

سخن سردبیر

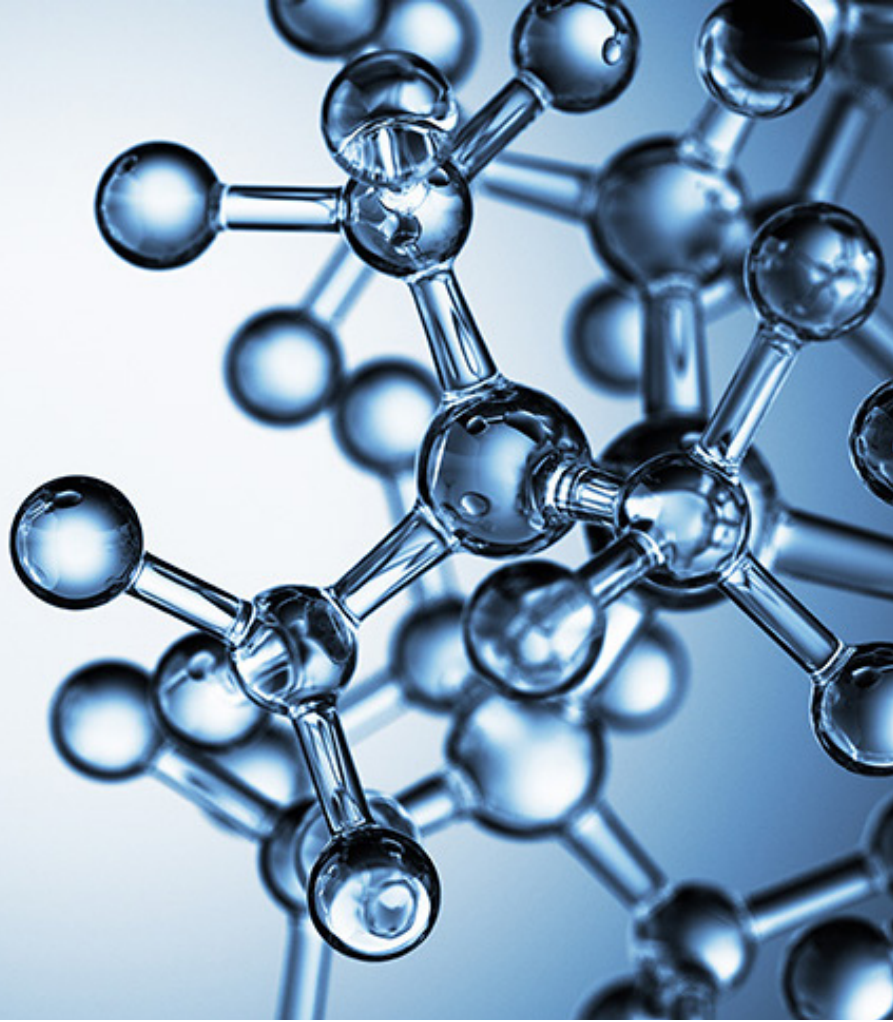
صنعت گسترده پلیمر و رنگ بطور روزافزون در حال پیشرفت در اکثر زمینه‌های جامعه بشری: زیستی، پوشش‌دهی، قطعات، ماشین‌آلات و ... است. روزانه تحقیقات گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف توسط محققین جوان این مرز و بوم در حال انجام است که برخی از آنها، مهجور و دست‌نخورده باقیمانده است؛ تحقیقاتی که گاهی می‌تواند راه‌گشای مشکلات بزرگ و لاینحل صنایع و کارخانجات و یا شکوفای مسیری جدید در بهبود زندگی بشر باشد. مدیران و اعضای تحریریه نشریه PET، تحت نظر انجمن علمی دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ، مفتخرند که جویندگان علم و خلاقان مشتاق کشور عزیزمان، نتایج تحقیقات و مشاهدات خود را در این مجله منتشر نموده و دنیای بی‌انتهای علم را کشف و به سوی اهدافی بزرگ قدم برمی‌دارند. از تمامی عزیزانی که در این راه حرکت کرده و به نگارش این مجلد کمک نموده‌اند، ممنون و سپاسگزاریم. به امید موفقیت اندیشمندان توانای این سرزمین



فهرست

- ۴ مقالات تخصصی
- ۵ جوهرهای چاپ سبز؛
تولید جوهر بر مبنای منابع تجدیدپذیر
- ۸ فناوری‌های جدید و کاربردهای چاپ جوهرافشان
- ۱۴ رزین‌های پایه روغنی آب‌دوست و هوا خشک
- ۱۸ آلژینات و کاربردهای آن
- ۲۴ ساخت رزین فنولیک مناسب برای پخت لاستیک بوتیل
- ۳۰ مروری بر مواد و ساخت فناوری الکتروریسی برای کاربرد الکترولیت
باتری‌های تمام حالت جامد
- ۳۶ توانمندی مهندسی پلیمر و رنگ و شناسایی دستگاهی؛
گرانروی سنجی محلول‌های رقیق، ابزار واجب یک متخصص پلیمر

- ۳۹ گزارش
- ۴۰ شرکت دانش‌بنیان ژرف‌اندیشان زیست بسپار
- ۴۲ مشاهیر علم پلیمر
- ۴۸ بررسی کتب علمی
- ۵۲ اخبار
- ۵۷ معرفی دانشگاه - دانشگاه موناخ
- ۶۲ معرفی محصول نوپا
- ۶۶ حل مشکلات صنعتی
- ۶۸ جدول



مقالات تخصصی

جوهرهای چاپ سبز؛

تولید جوهر بر مبنای منابع تجدیدپذیر

علیرضا زرگر Alireza.zargar8@gmail.com

محصول نهایی داراست، برای بهبود ترشوندگی، چسبندگی، انطاف پذیری، افزایش سرعت خشکایی و دیگر خواص مطلوب، از افزودنی‌های مختلف طبیعی و غیرطبیعی در فرمولاسیون جوهر استفاده می‌شود.

تولید جوهرهای بر پایه منابع تجدیدپذیر

گوتنبرگ از پیشگامان چاپ سریع و روش نوین چاپ بر مبنای جوهر بود و از دیرباز جوهر مسیر پیشرفت و توسعه خود را طی نموده است. به دلیل ناسازگاری جوهرهای پایه آب با دستگاه فلزی ارائه شده توسط گوتنبرگ، وی اقدام به تولید جوهرهای پایه روغنی با استفاده از روغن‌های گیاهی متنوع مانند روغن بزرک نمود. این تغییر تا سالیان متمادی ادامه پیدا کرد و تولید جوهر بر پایه روغن با پخت پیوندهای دوگانه آن و تبدیل به روغن‌های اشباع ادامه پیدا کرد. امروزه بسیاری از بسترهای جوهر از روزین بلند روغن مشتق می‌شوند که منبع آن سمغ و درختان است. مولفه اصلی ساختار روزین اسید آبیتریک است.

همچنین اصلاح اسیدهای چرب روغن با مواد طبیعی و مصنوعی گستره وسیعی از پایه‌های جوهر را عرضه می‌کند. به طور مثال اصلاح روزین با فنول فرمالدهید یکی از رایج‌ترین روش‌ها برای اصلاح و گسترش این زمینه است، شکل ۱.

نسل جدیدی از روغن‌های چاپ تجدیدپذیر

در میانه قرن بیستم میلادی استفاده از مواد پتروشیمیایی مانند نفت خام همراه با اسیدهای چرب بلند در جوهرهای چاپ سمت و سوی تازه‌ای گرفت. این تحول با استفاده از روغن سویا ادامه پیدا کرد، اما علیرغم خواص مطلوب چاپ و رفع نیازهای بازار، به دلیل هزینه‌های بالای تولید و ناسازگاری محصولات تولیدی با محیط‌زیست، محققین درصدد یافتن راهی تازه شدند.

بعدها ارهان و همکارانش روشی بر مبنای اصلاح روغن سویا و

مقدمه

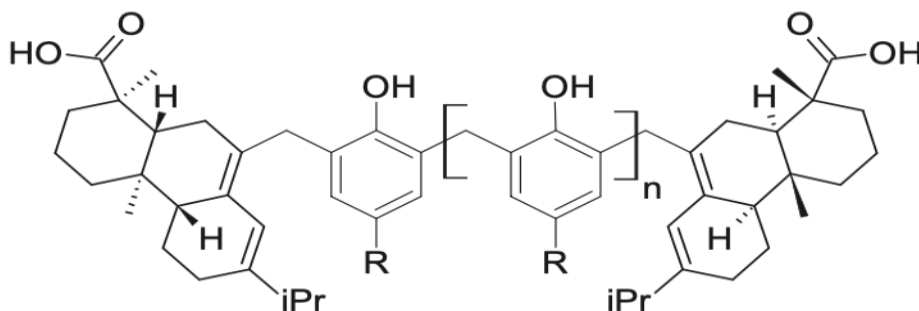
استفاده از جوهرهایی با حداقل حلال‌های آلی و ناسازگار با محیط‌زیست، نه تنها به تنفس زمین کمک شایانی می‌کند، بلکه هزینه‌های تولید را نیز تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. راهکارهای متنوعی برای رفع این نقیصه ارائه شده که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به جایگزینی حلال جوهرهای چاپ با مواد پایه‌آبی، سامانه‌های پخت شونده با اشعه فرابنفش و مواد اولیه تجدیدپذیر نام برد. ترکیب جوهرهای چاپ به طور کلی شامل چهار جز است:

۱) رنگزا: شامل Dye و Pigment است. Pigment ها قابلیت انحلال در بستر جوهر را نداشته و صرفاً در توده پراکنده می‌شوند. اما Dye ها در بستر حل می‌شوند اما نسبت به Pigment ها شفافیت و مقاومت آبی کمتری دارند.

۲) زمینه (محمل): این جز پراکنده‌کننده Pigment، تنظیم‌کننده رفتار رئولوژیکی، تعیین‌کننده خواص مکانیکی و کاربری جوهر مدنظر است. از گذشته به طور ویژه از فنولیک رزین‌های ر پایه روزین بلند روغن یا آلکیدها یا دیگر رزین‌های سنتزی مانند پلی‌اکریلات‌ها به عنوان محمل استفاده می‌شود.

۳) حلال: این جز به تنظیم گرانروی جوهر و انحلال رزین در سامانه کمک می‌کند. بسته به نوع کاربرد، سرعت خشک شدن مدنظر و زمینه مورد استفاده حلال‌های گوناگونی در صنعت چاپ استفاده می‌شود. گاهی ممکن است بنابر شرایط کاربری حلالی در سامانه استفاده نشود.

۴) افزودنی‌ها: بنابر خواص ویژه مدنظر و کاربردی که



شکل ۱ روزین اصلاح شده با رزین فنولیک

دیگر روغن‌های گیاهی عرضه کردند؛ به طوری که با حذف گروه آلکیل از اسید چرب، روغن تحت حرارت قرار گرفته و سپس در فرمول‌بندی جوهرهای فاقد حلال قرار می‌گیرد. نتیجتاً نمونه حاصل خواصی مشابه جوهر بر پایه مواد پتروشیمیایی و ظاهری پشت‌پوش دارد. اما مهم‌ترین نکته زیست‌تخریب‌پذیرتر بودن جوهرهای بر پایه روغن سویا نسبت به جوهرهای مرسوم در کنار میزان ماده فرار آلی (VOC) کمتر است. این درحالی است که این جوهرها در دمای بالاتری از حالت مرسوم تولید شده و زمان واکنش بالاتری دارند. برای رفع این نقیصه محققین استفاده از کاتالیزگرهایی مانند مواد بر پایه نیکل را پیشنهاد کرده‌اند.

در بررسی‌های جدید، برای حذف واکنش حرارتی رزین‌های بر پایه روغن سویا، استفاده از رزین‌های روغن سویای استری با وزن مولکولی کم با استقبال زیادی مواجه شد. استرهای غیراشباع تحت پلیمریزاسیون رادیکالی در حضور آغازگرهای مختلف مانند پروکسیدها و نمک‌های فلزی قابل واکنش‌اند که منجر به تولید روغن‌های خشک‌شونده سریع می‌شود.

در قدم بعدی، برای تولید جوهرهای پایدار در جایگزینی جوهرهای پتروشیمیایی، استفاده از فرمول‌بندی‌های بر پایه حلال‌های تجدیدپذیر بود. به این دلیل استفاده از اسیدهای چرب متیله و بوتیل استر پیشنهاد شد که خواص مورد نظر جوهرهای چاپ از این استرهای تجدیدپذیر حاصل شد. اما نکته مهم مهاجرت این استرهای اسیدی به سطح، به دلیل وزن مولکولی کم، در جوهرهای بسته‌بندی است. برای رفع این مشکل استفاده از مواد با وزن مولکولی‌های بالاتر پیشنهاد که با موفقیت همراه با بود.

ریو و همکاران با ارتقا رزین‌های بر پایه رزین پلی‌فتالاتی، خواص یک رزین بهینه فنولیکی را بهبود بخشیدند. این رزین بر مبنای ایزومریزاسیون اسید آبتیک (۱) و اسید لوپیماریک (۳)

تحت واکنش دیلز - آلدردر حضور انیدرید مالئیک واکنش می‌دهند، شکل ۲. انیدرید (۴) به دست آمده بر اثر واکنش با دی‌ال‌ها رزین پلی‌استری مطلوب را به ارمغان می‌آورد.

در مسیری نوین، استفاده از مواد جانبی بلااستفاده از واکنش یا برداشت مواد اولیه مختلف تجدیدپذیر، سکوی پرشی برای کاهش هزینه و جایگزینی جوهرهای پتروشیمیایی است. به عبارت دیگر استفاده از مواد جانبی مستخرج از منابع طبیعی و تجدیدپذیر، مانند لگنین و همیسلولوز از درختان، علاوه بر استفاده بهینه از مواد اولیه، کاهش هزینه و حصول محصولی مطلوب، به حفظ محیط‌زیست نیز کمک شایانی خواهد نمود. امروزه محققین مختلفی استفاده از لگنین و همیسلولوز یا انواع اصلاح شده آن‌ها را به عنوان بسترهای جوهری پیشنهاد داده‌اند که تحقیق و توسعه در این زمینه و پیرامون مواد جانبی دیگر همچنان در حال بررسی و نیازمند آزمون و خطاهای متعددی است.

جوهرهای چاپ بر پایه اشعه فرابنفش

جوهرهای قابل پخت تحت اشعه فرابنفش یکی از بروزترین فرمول‌بندی‌های تولید

جوهرهای دوست‌دار محیط‌زیست است. در این روش که بر مبنای واکنش یک پلیمر و فعال‌کننده‌ها فرموله می‌شوند، جوهر تحت اشعه فرابنفش شبکه‌ای شده و در حضور آغازگرهای نوری، سامانه خشکایی نوری بدون حضور حلال‌های آلی را عرضه می‌کند. این نوع جوهرها به دلایل زیر توسعه گسترده‌ای در سالیان اخیر در تولید فرمول‌بندی جوهرهای چاپ پیدا کرده است:

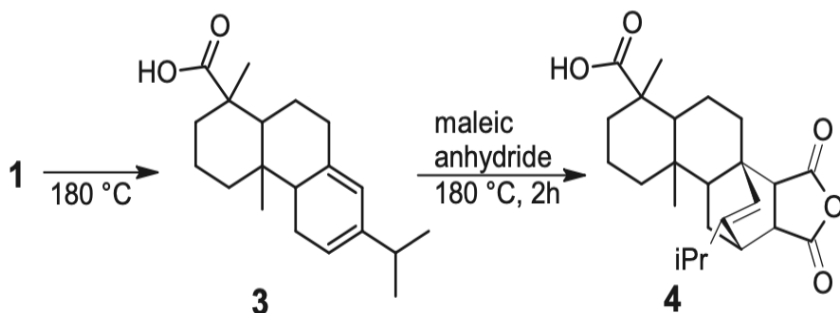
- سرعت پخت بسیار بالا
- کاهش انرژی مصرفی برای پخت
- عدم نیاز به حرارت و دمای بالا
- کاهش مصرف مواد شیمیایی آبی و غیرتجدیدپذیر

اما علاوه بر موارد گفته شده و مزایای خاص و منحصر به فردی که این روش دارد، معضلاتی نیز پیشروی این روش است، از جمله:

باقی‌ماندن فعال‌کننده‌ها و آغازگرهای نوری واکنش نداده در سامانه که می‌تواند در برخی کاربردها مشکلاتی را به همراه داشته باشد.

استفاده گسترده از مونومرهای اکریلاتی در فرمولاسیون که می‌تواند مشکلات آلرژیتیکی و حساسیت‌های پوستی ایجاد نماید.

محدود بودن منابع تجدیدپذیر قابل استفاده در این سامانه‌ها.



شکل ۲ تولید رزین بر پایه رزین پلی‌فتالات؛ ۱: اسید آبتیک، ۳: اسید لوپیماریک، ۴: محصول انیدریدی

زمینه جوهرهای فرابنفش نیز با وجود موانع موجود، به دلیل ویژگی‌های منحصر به فردی که این فرمول‌بندی برخوردارند، ارتقا باکیفیت‌تر و بهینه‌تری در پیشرفت این زمینه در انتظار خواهد بود. قابل ذکر است استفاده از منابع تجدیدپذیر علاوه بر افزایش کیفیت محصولات، بازتولید یکنواخت جوهرهای مدنظر را هموار خواهد ساخت. این درحالی است که با وجود تنوع فراوان جوهرهای پتروشیمیایی، اصل سلامتی و کیفیت همواره مهم‌ترین عامل در ارائه محصولات از جمله جوهرهای چاپ می‌باشد.

برای بهبود کیفیت این جوهرها ابتکار عمل‌های گوناگونی پیش گرفته شده است؛ به طور مثال روغن‌های گیاهی اپوکسیده شده در فرمولاسیون این جوهرها به کار رفته که به بهبود واکنش و پلیمریزاسیون نوری جوهر در حضور کاتیون‌های نوری کمک می‌کند. این پژوهش با پیشگامی رنگاسامی و همکاران با بهره‌گیری از روغن سویا اپوکسیده شده و مشتق از اولیگومرهای اکریلاتی توسعه داده شده است. با این وجود، به دلیل امکان استخراج اکریلات‌ها از منابع تجدیدپذیر، استفاده از این مواد در جوهرهای UV با استقبال همگانی روبرو شده است.

نتیجه‌گیری

در نهایت می‌توان بیان کرد استفاده از جوهرهای چاپ بر پایه مواد تجدیدپذیر نه تنها در راستای حفاظت از محیط‌زیست است، بلکه به توسعه کاربری، کاهش هزینه‌های تولید، بازتولید همگون محصولات و شمول طیف گسترده‌ای از کاربردهای تجاری کمک قابل توجهی می‌نماید. امروزه استفاده از روغن‌های گیاهی سهم عمده‌ای از جوهرهای تجدیدپذیر را داراست. اما گسترش تولید و بهره‌برداری، به خصوص بهره‌گیری از محصولات جانبی مواد اولیه مستخرج از منابع طبیعی و تجدیدپذیر (مانند لگنین و همیسلولوز و دیگر مواد ممکن)، رسیدن به هدف نهایی را تسهیل می‌نماید. در

منابع

Robert, T., 2015. "Green ink in all colors"—Printing ink from renewable resources. *Progress in Organic Coatings*, 78, pp.287-292.

Mello, V.M., Oliveira, G.V., Mandarino, J.M., Carrão-Panizzi, M.C. and Suarez, P.A., 2013. New metal catalysts active for thermal polymerization of vegetable oils. *Industrial Crops and Products*, 43, pp.56-60.

Bhattacharjee, M., Roy, A.S., Ghosh, S. and Dey, M., 2011. Development of Karanja oil based offset printing ink in comparison with Linseed oil. *Journal of Oleo Science*, 60(1), pp.19-24.

فناوری‌های جدید و کاربردهای چاپ جوهرافشان

صدرا دهقانی Sadradehghani@aut.ac.ir

پارسا محمدی parsask@aut.ac.ir

مقدمه

چاپ جوهرافشان و انواع آن

چاپ جوهرافشان یک روش چاپ غیرضربه‌ای است که جوهر از درون ستون چاپ خارج شده و قطرات کروی جوهر بر زمینه برای تشکیل تصویر قرار می‌گیرند. این روش بر سه مسیر اصلی استوار است که عبارتند از پیوسته، حرارتی و پیزوالکتریک، شکل ۱. در روش پیوسته جوهر باردار به صورت پیوسته از انتهای نازل خارج می‌شود و قطره‌های کروی توسط یک میدان مغناطیسی تشکیل می‌شوند و آن قطره‌هایی که از نظر اندازه مدنظر چاپ نیستند، توسط همان میدان مغناطیسی از ستون چاپ خارج و بازیافت می‌شوند، شکل ۱-الف. اما در روش حرارتی و پیزوالکتریک قطرات کروی جوهر به ترتیب بوسیله یک مولفه حرارتی و بلور پیزو به صورت پیوسته در انتهای نازل تشکیل و تصویر پدیدار می‌شود، شکل ۱-ب و ج.

تاریخچه چاپ جوهرافشان

سیر تکاملی روش پیوسته

در سال ۱۹۶۹ شرکت AB Dick دستگاهی تحت عنوان Vid-9600 را به عنوان اولین چاپگر پیوسته جوهرافشان با فرکانس ۶۶ کیلوهرتز بصورت تجاری به بازار عرضه کرد. سپس در سال ۱۹۷۶ شرکت IBM دستگاه ۶۶۴۰ با فرکانس ۱۱۷ کیلوهرتز و در سال ۱۹۸۹ شرکت Iris Graphic دستگاه ۳۴۰۷ را با فرکانس ۱ مگاهرتز به بازار عرضه کردند که هر کدام سرعت چاپ بالاتر و کیفیت بهتری نسبت به مدل قبلی خود داشتند، همچنین دستگاه ۳۴۰۷

در کنار چاپ سیاه و سفید، چاپ رنگی نیز انجام می‌داد.

سیر تکاملی روش حرارتی

در اواسط دهه ۸۰ قرن بیستم میلادی شرکت HP و Canon تحقیقات خود به طور جداگانه در دو کشور آمریکا و ژاپن بر روی روش حرارتی چاپ جوهرافشان آغاز کردند. سرانجام با بررسی‌های انجام شده شرکت HP دستگاه C ۵۰۰ Deskjet و شرکت Canon دستگاه Bubblejet ۲۰۰ در بازه زمانی یک ساله در اوایل دهه ۹۰ به عنوان روش حرارتی به بازار عرضه کردند.

سیر تکاملی روش پیزوالکتریک

ابتدا در سال ۱۹۷۲ شخصی به اسم زولتن دستگاهی را به عنوان روش پیزوالکتریک به بازار ارائه کرد که چاپ جوهرافشان به وسیله یک ستون چاپ افقی و یک بلور پیزو انجام می‌شد. اما این دستگاه نواقص زیادی داشت و یک سال شخصی به نام استیم، چاپگر پیزوالکتریک با ستون چاپ عمودی،

یکپارچگی مخزن جوهر و نازل و کیفیت چاپ بهتر نسبت به مدل قبلی ارائه کرد که سرآغاز روش پیزوالکتریک بوده و دستگاه‌های امروزی که با بلورهای پیزو کار می‌کنند از این نمونه الهام گرفته‌اند، شکل ۲.

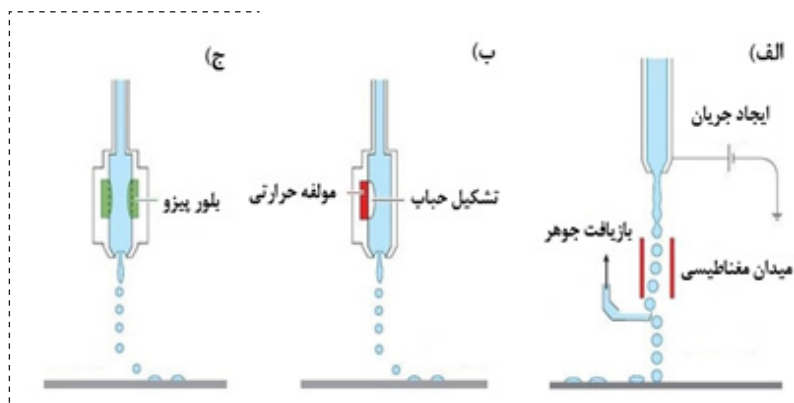
فناوری‌های جدید چاپ جوهرافشان

الکترواستاتیک

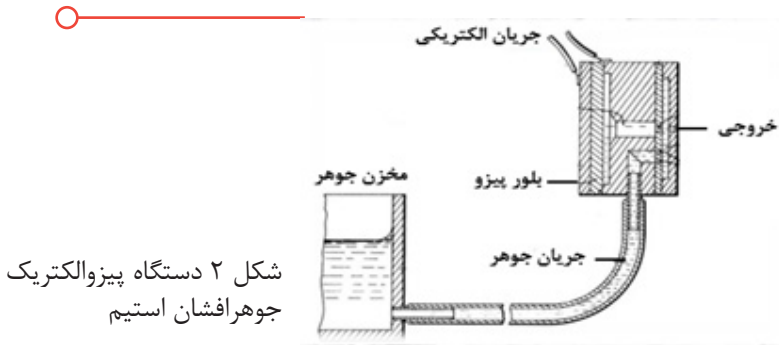
در این روش یک الکتروگرافیتی درون ستون چاپ قرار می‌گیرد و با ایجاد جریان، کشش سطحی جوهر را می‌کاهد و قطرات کروی جوهر در اندازه‌های بسیار کوچک در انتهای ستون چاپ تشکیل می‌شوند. این روش سرعت چاپ بسیار بالایی داشته و به علت تولید قطره‌های کوچک در مقیاس فمتو، از کیفیت چاپ بالایی نیز برخوردار است، اما هزینه بالایی داشته و نازل‌هایی ویژه در آن به کار می‌رود، شکل ۳-الف.

صوتی

این روش بر مبنای نشر صوت در

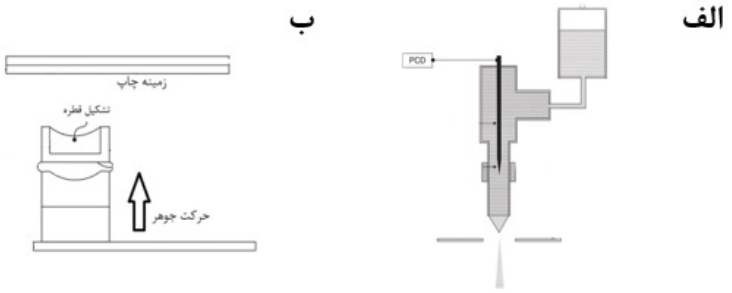


شکل ۱ انواع چاپ جوهرافشان (الف) روش پیوسته، (ب) روش حرارتی، (ج) روش پیزوالکتریک



شکل ۲ دستگاه پیزوالکتریک جوهرافشان استیم

فرکانس‌های بالا کار می‌کند و فرآیند تشکیل قطره و ثبت جوهر بر زمینه با انتشار موج انجام می‌شود. با توجه به شکل ۳-ب، جوهر از پایین به بالا حرکت می‌کند و قطرات کوچک جوهر در انتهای ستون چاپ توسط صوت تشکیل و به سمت زمینه هدایت می‌شوند. این روش دارای سرعت و کیفیت چاپ بسیار بالایی دارد و در کاربردهای خاص پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد.



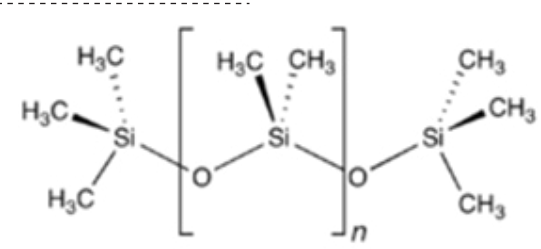
شکل ۳ فناوری‌های جدید چاپ جوهرافشان، الف) الکترواستاتیک ب) صوتی

کاربردهای چاپ جوهرافشان

ساخت لنز نوری با چاپ جوهرافشان و به کمک حرارت در محلول پلی دی متیل سیلوکسان

ویژگی‌ها و ساختار پلی دی متیل سیلوکسیان

پلی دی متیل سیلوکسان یک پلیمر مصنوعی با شفافیت و ضریب شکست بالا است که با گذشت زمان حداقل زردی را نشان می‌دهد. این ماده از دهه ۱۹۹۰ برای ساخت دستگاه‌های میکروسیالی استفاده شده و کاربرد گسترده‌ای در مصارف مختلف از جمله تولید لنزهای نوری دارد، شکل ۴. این لنزها بدون هیچ‌گونه لوازم جانبی به دوربین گوشی‌های هوشمند متصل می‌شوند و تصاویری با وضوح بالا ایجاد کنند.



شکل ۴ ساختار پلی دی متیل سیلوکسان

یک پوشش محافظ تمیز بالای صفحه گرم قرار گرفته و ۵۰ میکرولیتر پلی دی متیل سیلوکسان از ارتفاع ۲۰ میلی‌متری روی زمینه شکل می‌گیرد. پلی دی متیل سیلوکسان در دمای اتاق پخته می‌شود و با افزایش دما این پخت سریعتر صورت می‌گیرد. در دماهای پایین این ماده به کندی پخت می‌شود و در دمای ۶۰ °C تا ۲۵۰ ثانیه طول می‌کشد تا پخت صورت گیرد. گرانیوی با شروع روند پخت افزایش می‌یابد و هنگامی که نیروهای گرانیوی گرانش را تعدیل می‌بخشد، تعادل حاصل می‌شود. به این ترتیب یک لنز نازک و مسطح با انحنای ناچیز و قدرت نوری کم تشکیل و قطر قطره کوچکتر می‌شود، شکل ۵. برای بررسی رابطه بین فاصله کانونی و حجم، صفحه‌ای در دمای ثابت ۲۰۰ °C قرار داده و حجم‌های مختلف پلیمر روی سطح رسوب کردند، در حالیکه تمام شرایط دیگر یکسان بودند. از حجم ۱۰ تا ۲۰۰ میکرولیتر به ترتیب با افزایش حجم قطره، قطر لنز افزایش می‌یابد، ولی زاویه تماس فقط در ۴/۴° تغییر می‌کند. مشخص شده که قسمت مرکزی لنز دارای انحنای کمتری است و با افزایش حجم صاف می‌شود. این محدودیت، تولید لنز با بزرگ‌نمایی بالا با قطر ۱ سانتی‌متر با استفاده از این روش را دشوار می‌کند، شکل ۶. خصوصیات عدسی توسط مولفه‌های هندسی آن تعیین می‌شود. از آنجا که دمای

طراحی و آزمایش

دما و حجم قطره مهم‌ترین مولفه‌های تشکیل قطره در قطره‌های مختلف است. با نسبت‌های مشخص مخلوط پلی دی متیل سیلوکسان تهیه شده و یک سیستم چاپ جوهرافشان به وسیله یک پمپ با قابلیت چاپ جوهر پلی دی متیل سیلوکسان بالای صفحه گرم قرار می‌گیرد که قابلیت کنترل دما را دارد.

پخت پلیمر سرعت پلیمریزاسیون و در نتیجه زاویه تماس و قطر لنز را تعیین می‌کند، می‌توان فاصله کانونی لنز را با دقت در یک مرحله تنظیم کرد و به نتیجه مطلوب مدنظر رسید.

چاپ جوهرافشان فیبروئین ابریشم باز آرای شده

ویژگی‌های فیبروئین ابریشم

فیبروئین ابریشم یک پلیمر طبیعی با پیوندهای پپتیدی و ساختاری آب‌دوست است که می‌توان از آن بدون استفاده از افزودنی‌های ناسازگار زیستی به صورت خالص یا اصلاح شده استفاده کرد. در چاپ این مواد از روش پیزوالکتریک که باعث تخریب و تحریک ابریشم نشده و دسترسی و سهولت مناسبی دارد، استفاده می‌شود. اصلاح فیبروئین ابریشم با اصلاح‌گرهای مختلفی صورت می‌پذیرد و در مصارف گوناگون پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد که در ادامه به بررسی آن‌ها می‌پردازیم.

اصلاح سطحی فیبروئین ابریشم

نانوذرات طلا و نپتونوم

مهم‌ترین نانوذرات اصلاح‌گر پروتئین ابریشم ترکیب طلا و نپتونوم است که اصلاح ابریشم با این مواد خواص مطلوبی برای کاربری‌های گسترده در مهندسی رنگ، تشدید پلاسما، سطح و تصویربرداری‌های زیستی پیدا می‌کند. شکل ۷- الف الگوی چاپ شده این ترکیب را نشان می‌دهد.

آنزیم پراکسید تَرُب کوهی

در مصارف پزشکی از جمله مهندسی بافت استفاده می‌شود. ترکیب عامل رشد پروتئین چندژنی استخوان نوع ۲ با محلول ابریشم، جوهری با خاصیت ترمیمی به دست می‌آورد و به ترمیم استخوان‌های آسیب دیده در درجات مختلف می‌پردازد، شکل ۷-د.

پادتن ایموگلوبین نوع G

ترکیب ابریشم با ایموگلوبین نوع G و پلی دی‌استیل آمید (PDA)، در شناسایی محیط آلوده به باکتری استفاده می‌شود. در یک آزمایش جوهر ابریشم روی دستکش‌های جراحی چاپ شده که در ابتدا بی‌رنگ است و برای خشک شدن آن از اشعه فرابنفش به مدت ۵ دقیقه استفاده می‌شود که پس از ایجاد پیوندهای شبکه‌ای میان زنجیرهای PDA، جوهر چاپ شده به رنگ آبی در می‌آید، شکل ۹-الف. هنگام قرارگیری دستکش در محیط آلوده، جوهر چاپ شده به قرمز تغییر رنگ می‌دهد و به این ترتیب محیط آلوده شناسایی می‌شود، شکل ۹-ب. این جوهر اصلاح شده در بسته‌بندی مواد غذایی و کاربری‌های پزشکی، کاربردهای متنوعی دارد.

اصلاح پروتئین ابریشم با آنزیم‌ها برای استفاده حس‌گرها و شناساگرهای زیستی انجام می‌شود ولی یکی از محدودیت‌های آن‌ها عدم پایداری در طولانی مدت است. یکی از آنزیم‌ها پراکسید گیاه تَرُب کوهی^۱ است که در آب پایداری نامناسبی دارد و وقتی که با جوهر ابریشم ترکیب می‌شود، این مشکل تا حد کمی برطرف می‌شود. شکل ۷- ب الگوی چاپ شده ترکیب حاصل را نشان می‌دهد.

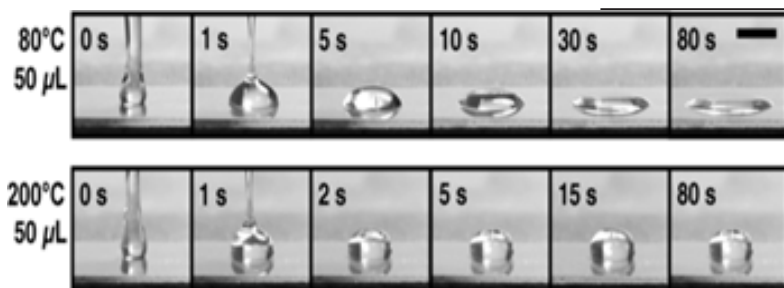
آنتی‌بیوتیک آمپیسیلین

ترکیب جوهر ابریشم با آمپیسیلین برای کاربردهای ضد میکروبی، دارورسانی و جلوگیری از تشکیل کلوخه روی سطوح پرکننده اورتوپدی استفاده می‌شود، شکل ۷- ج، شکل ۸ پایداری ترکیب آمپیسیلین در آب و محلول ابریشم در دماهای ۴، ۲۵ و ۳۷ درجه سانتی‌گراد را نشان می‌دهد که پایداری آمپیسیلین در محلول ابریشم در دماهای مختلف نسبت به ترکیب آن با آب بالاتر است.

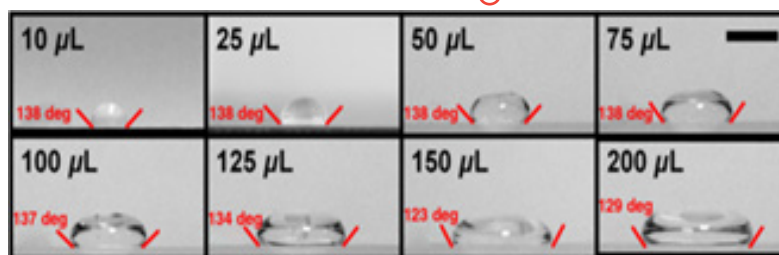
عامل رشد پروتئین چندژنی

استخوان نوع ۲

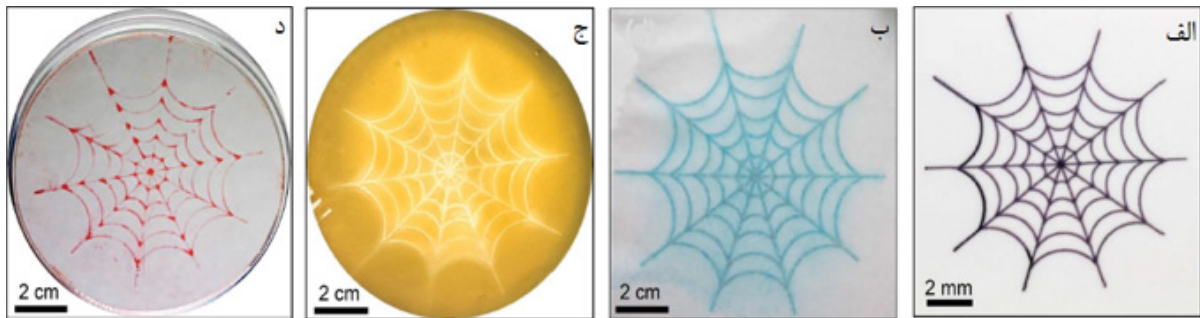
از ترکیب جوهر ابریشم با عوامل رشد



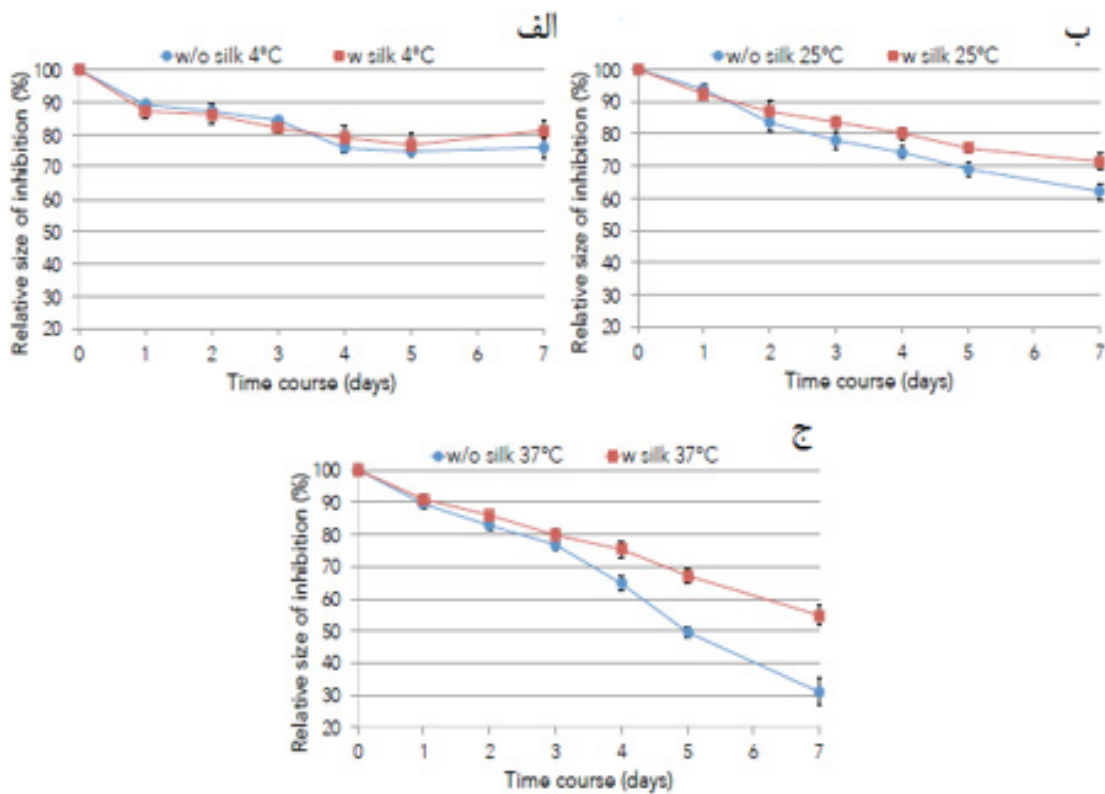
شکل ۵ تاثیر دما بر قطر قطره



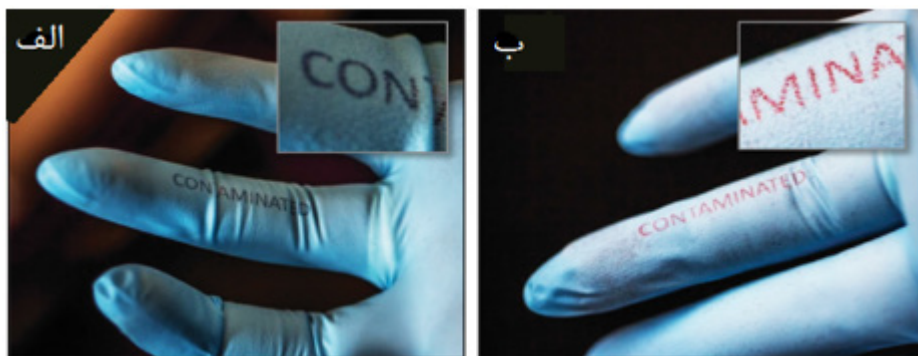
شکل ۶ تاثیر حجم بر قطر قطره



شکل ۷ اصلاح فیبروئین ابریشم با الف) طلا و نیتونیم، ب) PRH، ج) آمپسیلین و د) PMB-۲



شکل ۸ بررسی پایداری آمپسیلین در آب دی‌یونیزه شده (آبی) و در محلول ابریشم (قرمز) در دمای الف) ۴، ب) ۲۵ و ج) ۳۷ درجه سانتی‌گراد



شکل ۹ جوهر ابریشم اصلاح شده با پادتن GgI و پلیمر ADP، الف) جوهر چاپ شده پس از قرارگیری تحت اشعه فرابنفش و ب) جوهر چاپ شده پس از قرارگیری در محیط آلوده

چاپ جوهر افشان ذرات الگودار پلیمری با استفاده از حلال امولسیون روغنی-آبی

اجزای جوهر امولسیون روغنی-آبی

پلیمر برای چاپ به صورت محلول درآورده می‌شود که حل کردن آن کار ساده‌ای بوده اما مشکل مساعد بودن خواص رئولوژیکی محلول است. به دلیل خاصیت الاستیک محلول با وزن مولکولی بالا در غلظت‌های بالای ۱ درصد وزنی، گرانروی محلول بالا رفته و چاپ دشوار می‌شود. برای حل این مشکل آن را درون یک امولسیون روغنی-آبی حل نمودند. حال با وجود بالا بودن غلظت پلیمر در محلول، گرانروی کم می‌ماند. این اتفاق به دلیل برش مایع در فاز پیوسته آبی بوده و باعث محافظت از زنجیرهای بلند پلیمر حل شده در حلال روغنی می‌شود، خروج پلیمرها از جوهر را بسیار سخت می‌کند و پایداری جوهر را افزایش می‌دهد. فاز روغنی و فاز آبی نیز توسط پایدارکننده کنار یکدیگر پایدار شده و محلول امولسیونی را تشکیل می‌دهند. پس این جوهر ۴ جزء دارد: ۱-ذرات پلیمری ۲-فاز آبی ۳-فاز روغنی ۴-پایدارکننده.

خواص و ویژگی‌های نمونه چاپ شده

این محلول پس از چاپ توسط چاپگر پیزوالکتریک با تبخیر فازهای مایع خود، رسوب می‌کند. رسوبات پلیمری به صورت حلقه‌هایی حاوی ذرات کروی پلیمری روی سطح تشکیل می‌شوند که ضخامت آن‌ها یکسان بوده و خواص شیمیایی آن‌ها به دلیل ماهیت عملکرد چاپگر به صورت تکرار شونده‌ای یکسان

شکل ۱۰ الف) تصویر الکترونی میدان روشن از جوهر، ب) تصاویر الکترونی میدان تاریک نمونه چاپ شده و ج) طرحواره فرایند خشک شدن حلال جوهر و تشکیل رسوب پلیمری

نیز طرحواره فرایند خشک شدن حلال جوهر و تشکیل رسوب پلیمری را نشان می‌دهد.

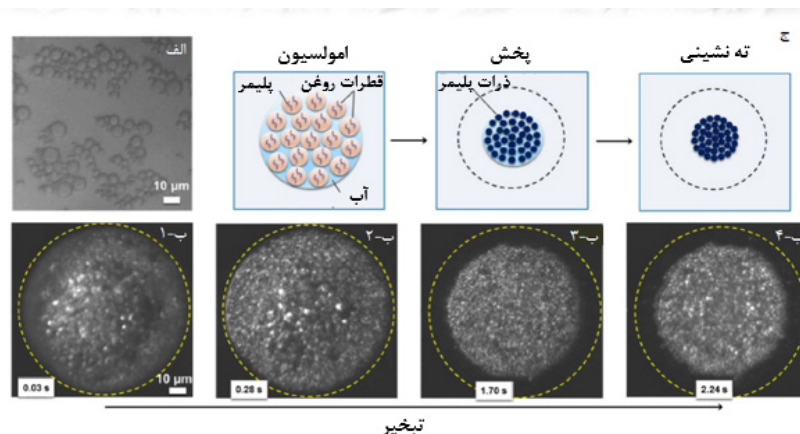
پس از تبخیر آب در مرحله ۱ و ۲ فاز روغنی به صورت شعاعی یک جریان مویرگی ایجاد می‌کند و به این ترتیب پس از تبخیر لکه‌هایی به وجود می‌آید که به این پدیده اثر حلقه قهوه گفته می‌شود که از کیفیت فیلم چاپ شده می‌کاهد. برای جلوگیری از این اثر و کاهش سرعت مهاجرت فاز روغنی به سطح قطره می‌توان از مخلوطی از حلال‌های فرار یا میدان‌های خارجی برای القای حرکت ذرات کمک گرفت. شکل ۱۱ الف-۱ تا الف-۴- مراحل تبخیر حلال و شکل ۱۱-ب تا ۱۱-د میکروگرام میدان تاریک از پهلوی نمونه را نشان می‌دهد. ذرات زرد رنگ نشان دهنده حلال روغنی و ذرات آبی رنگ نشان دهنده ذرات کروی پلیمر هستند.

است. از این رو به صورت یک فیلم نازک یکنواخت در می‌آیند که نسبت ارتفاع/ضخامت آن‌ها کم است. مورفولوژی فیلم به دست آمده به نوع زیرآیند چاپ و ماهیت حلال روغنی بستگی دارد. اجزا جوهر پلی‌استایرن روی یک سطح آبگریز شفاف به عنوان نمونه در جدول ۱ بیان شده است.

یک قطره از جوهر توسط چاپگر روی سطح مورد نظر چاپ شد و تحت آزمون میکروگراف قرار گرفت. قطر قطرات فاز روغنی کمتر از ۱۰ میکرومتر است که پخش شدن قابل قبول فاز روغنی در فاز پیوسته آبی توسط پایدارکننده را نشان می‌دهد، شکل ۱۰-الف. اشکال ۱۰-ب تا ۱۰-د میکروگرام‌های میدان تاریک از نمونه چاپ شده در زمان‌های به ترتیب ۰/۳، ۰/۲۸، ۰/۷۰ و ۲۴/۲ ثانیه هستند که نشان می‌دهند. در زمانی کمتر از ۳ ثانیه، میزان قابل توجهی از حلال تبخیر شده و فیلم تشکیل می‌گردد. شکل ۱۰-ج

۱	پلیمر	پلی‌استایرن ۳۵۰۰۰ گرم بر مول
۲	فاز آبی فرار	آب
۳	فاز روغنی فرار	دی کلرومتان
۴	پایدارکننده	سدیم دو دسیل سولفات

جدول ۱ اجزای جوهر تحت آزمون



نتیجه گیری

چاپ جوهرافشان به عنوان یکی از روش‌های چاپ غیرضربه‌ای به علت سرعت و کیفیت چاپ بالا مورد توجه محققین قرار گرفته و در مصارف و کاربردهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد.

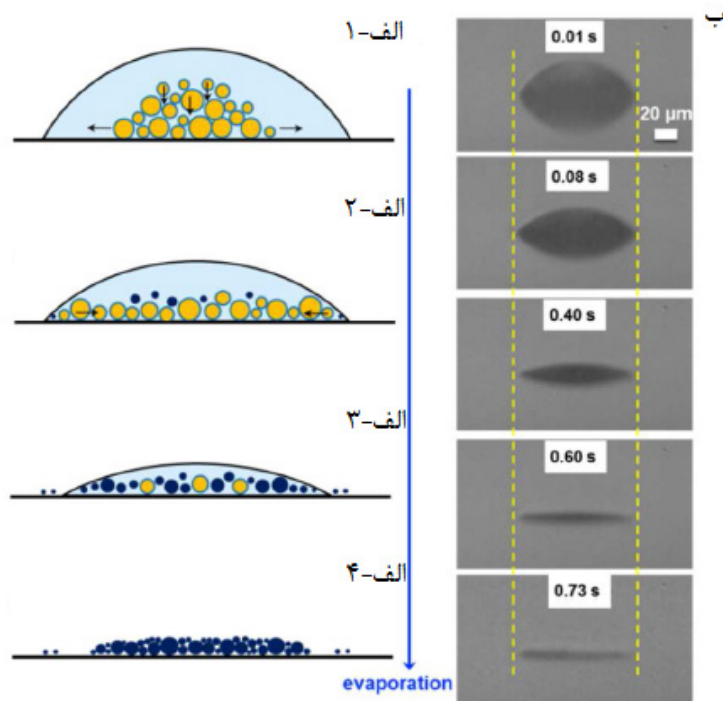
تولید لنزهای با کیفیت پلی دی متیل سیلوکسان علاوه بر کارکرد مناسب به علت کیفیت بالا و هزینه کم برای مصارف مختلفی نوری توسط چاپگر جوهرافشان انجام می‌شود.

اصلاح فیبروئین ابریشم با اصلاح‌گرهای مختلف و چاپ آن به روش پیزوالکتریک، محصولاتی با خواصی مطلوب ایجاد می‌کند که در مصارف مختلف پزشکی به کار می‌روند.

برای حصول خواص رئولوژیکی مناسب در محلول‌های پلیمری و چاپ الگوهای طرح‌دار استفاده از حلال امولسیون روغنی-آبی کارساز است که یک محلول ۴ جزئی با محصولی مناسب به دست می‌آورد.

منابع

- [1] S. D. Hoath, *Fundamental of Inkjet Printing: The Science of Inkjet and Droplets*. Wiley, 2016.
- [2] “JetXpert | The History of (And Differences Between) Piezo, Thermal, and Continuous Inkjet Printing.” <http://jetxpert.com/the-history-of-and-differences-between-piezo-thermal-and-continuous-inkjet-printing/>.
- [3] Y.-L. Sung, J. Jeang, C.-H. Lee, and W.-C. Shih, “Fabricating optical lenses by inkjet printing and heat-assisted in situ curing of polydimethylsiloxane for smartphone microscopy,” *J. Biomed. Opt.*, vol. 20, no. 4, p. 047005, 2015.
- [4] H. Tao et al., “Inkjet Printing of Regenerated Silk Fibroin: From Printable Forms to Printable Functions,” *Adv. Mater.*, vol. 27, no. 29, pp. 4273–4279, 2015.
- [5] R. Deng, L. Yang, and C. D. Bain, “Combining Inkjet Printing with Emulsion Solvent Evaporation to Pattern Polymeric Particles,” *ACS Appl. Mater. Interfaces*, vol. 10, no. 15, pp. 12317–12322, 2018.



شکل ۱۱ الف) طرحواره جانبی از مراحل تبخیر حلال و ب) تصاویر الکترونی جانبی میدان تاریک نمونه

پلی‌یورتان‌ها: کاربردها، خواص و گونه‌های اصلاح شده آن

رزین‌های پلی‌یورتانی آبدوست نوین با استفاده مونوگلیسیرید مالئینه شده (MMG)، پلی‌بوتادین هیدروکسیله (HTPB)، تولوئن دی‌ایزوسیانات و اتیلن دی‌آمین (EDA) تولید می‌شوند. مالئینه کردن برای قراردادن گروه‌های عاملی آبدوست در زنجیره‌های اسید چرب که در نهایت به بدنه اصلی پلی‌یورتان می‌چسبند، استفاده می‌شود. MMG و HTPB در ترکیبات مختلف با هم آمیخته و آمیزه حاصل به عنوان بخش الکی رزین پلی‌یورتان پایه آبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. پلی‌یورتان‌ها مقاومت سایشی عالی، چقرمگی و خواص خوردگی و شیمیایی خوب و کاربری گسترده‌ای در کاربردهای مقاومتی و مهندسی گوناگون مانند صنایع خودرو، چوب و ... از خود نشان می‌دهند.

پراکنش پلی‌یورتان‌ها در آب با وجود گروه‌های کربوکسیلیک اسیدی بر بدنه رزین و خنثی‌سازی آن‌ها به وسیله عوامل ترشپاری آمینی که به تولید نمک‌های آلی منجر شده، میسر می‌شود. پلی‌یورتان‌ها حاوی بخش‌های (Segments) نرم و سخت بر بدنه خود هستند که پلی‌استر یا پلی‌اترهای آن‌ها منشأ نرمی و گروه‌های یورتانی منشأ سختی زنجیره آن‌ها است. در صورتی که بتوان پلی‌استر موجود در پلی‌یورتان را مونومرهای مونوگلیسیرید حاوی پیوندهای دوگانه جایگزین کرد، امکان هواخشکی در آن‌ها فراهم می‌شود.

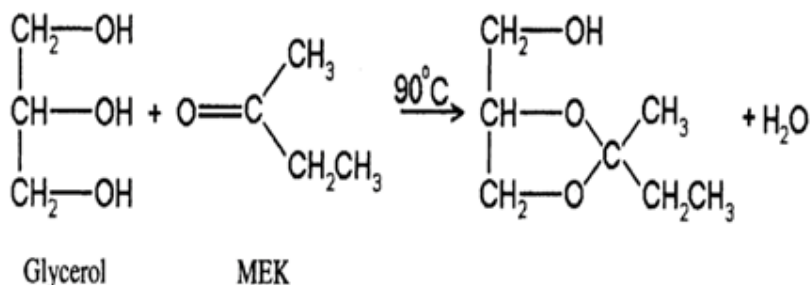
هدف این پژوهش تولید رزین‌های پلی‌یورتانی پایه آبی شامل:

(۱) اسیدهای چرب با هدف هواخشکی و (۲) اسیدهای چرب مالئینه شده با هدف پراکنش در آب است. به عبارت دیگر تولید پلی‌یورتان‌ها از اسید پروپیونیک دی‌متیل‌یوله با اسیدهای چرب مالئینه جایگزین شده است. برای تقویت خاصیت خشکایی از پلی‌بوتادین هیدروکسیله شده (HTPB) به مقدار اندکی روی زنجیره اصلی استفاده شده است. این تحقیق تمرکز ویژه‌ای بر مونوگلیسیرید مالئینه شده (MMG) مشتق از روغن آفتابگردان نموده است که دو گونه مختلف از MMG تولید و رزین‌ها بر مبنای خواص آن‌ها بهره‌برداری شده‌اند.

ساخت پلی‌یورتان‌های بر پایه BPTH و GMM

روغن آفتابگردان، هیدروکسید سدیم، اسید سولفوریک، متیل اتیل کتون، اسید سولفونیک تولوئن، گلیسرین، انیدرید مالئیک، HTPB با وزن مولکولی ۲۷۰۰ گرم بر مولکول، TDI، متیل اتیل کتوکسایم، تری‌اتیل آمین، اتیلن دی‌آمین و گاز نیتروژن برای تولید محصول مورد نظر استفاده شده است.

HTPB با استفاده از برگشت دادن نیتروژن به مدت ۳۰ ساعت آگیری شد. MEK و MEKO نیز آگیری شدند و پس از تولید MMG، آگیری تحت دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت



شکل ۱ واکنش گلیسرین با متیل اتیل کتون در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد

بیشتر نسبت به دیگری دارد و جرم مولکولی روش اول ۱۰۵۳ گرم بر مول و دومی ۴۵۵ گرم بر مول حاصل می‌شود.

پایه آبی کردن پلی‌یورتان‌های بر پایه BPTH و GMM

نسبت NCO به OH همواره در حدود ۱/۵ نگه داشته شده است تا گروه‌های انتهایی به NCO ختم شود. این هدف با تغییر نسبت MMG و HTPB نسبت به یکدیگر حاصل می‌شود. روش‌های پیشرو پایه آبی شدن پلی‌یورتان را عرضه می‌کنند:

(۱) HTPB و MMG در MEK به مدت ۳۰ دقیقه تحت دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد آمیخته شوند. این پدیده برای پخش یکنواخت مولکول‌های آب‌دوست در بدنه زنجیر پلیمری است.

(۲) TDI به آمیزه اضافه و واکنش به مدت سه ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد ادامه پیدا می‌کند. زمان واکنش با تیتراسیون دی-بوتیل‌آمین سنجیده می‌شود.

(۳) پس از تکمیل واکنش، پیش‌پلیمر تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد سرد می‌شود و گروه‌های NCO با MEK به مدت حدودی دو ساعت بلوکه می‌شوند. با این کار احتمال افزایش زمان انبارداری بالا می‌رود.

(۲) محصولات حاصل با مخلوط اسید چرب با کاتالیست مشابه قبل واکنش می‌دهند. مخلوط اسید چرب شامل ۳۵ درصد وزنی اسید اولئیک، ۶/۶۲ درصد لینولئیک و ۴/۲ درصد لینولنیک اسید است. به این ترتیب اسیدهای چرب غیراشباع مشابه ساختار زیر ایجاد می‌شوند:

آب تولیدی مشابه روش قبل از سامانه خارج می‌شود.

(۳) مواد چندین دفعه با آب شسته شده تا کاتالیست از محصول خارج شود. سپس تولوئن تحت خلا خارج می‌شود.

(۴) ماده به دست آمده با ۳۰ درصد مولی انیدرید مالئیک تحت دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد واکنش می‌دهد.

(۵) محصول مالئینه شده هیدرولیز و عاملیت‌های اسید سولفوریک روی آن قرار می‌گیرند که منجر به تولید مشتقات مونوگلیسیریدی می‌شود.

(۶) محصولات MMG با آب چندین مرتبه شسته شده و تحت خلا به مدت ۳ ساعت قرار می‌گیرند تا MEK از آن‌ها خارج شود.

همزمانی که دو MMG تحت قیاس قرار می‌گیرند، هر دو گروه‌های هیدروکسیلی دارند، محصول واکنش اول دارای یک گروه کربوکسیلیکی؛ درحالی‌که محصول دوم دارای دو عدد از کربوکسیلیک است. MMG حاصل از واکنش ۱، دو اسید چرب

و با استفاده از سولفات منیزیم برای زدودن آب‌های باقی‌مانده استفاده شد. در این پژوهش MMG به دو روش تولید شده که در ادامه بیان می‌شود.

روش اول: مراحل این واکنش به ترتیب زیر است.

(۱) روغن آفتابگردان با انیدرید مالئیک در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد تحت فضای نیتروژن به مدت سه ساعت واکنش می‌دهد.

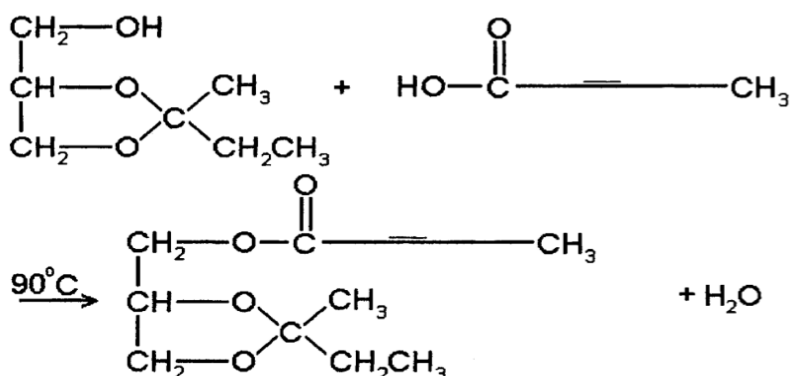
(۲) روغن مالئینه شده در ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد خنک شده و گلیسیرین به راکتور اضافه می‌شود. واکنش تا کاهش عدد اسیدی تا میزان ۹۰ کاهش می‌یابد. حال در این مرحله دو گروه هیدروکسیلی با دی‌ایزوسیانات واکنش می‌دهند و پلی‌یورتان تولید می‌کنند، یک گروه کربوکسیلیک اسیدی برای پراکنش در آب و دو اسید چرب حاوی پیوندهای دوگانه برای هواخشکی در ساختار پدید می‌آید.

اگرچه این روش تولید MMG، رنگ قهوه‌ای در رزین ایجاد می‌کند.

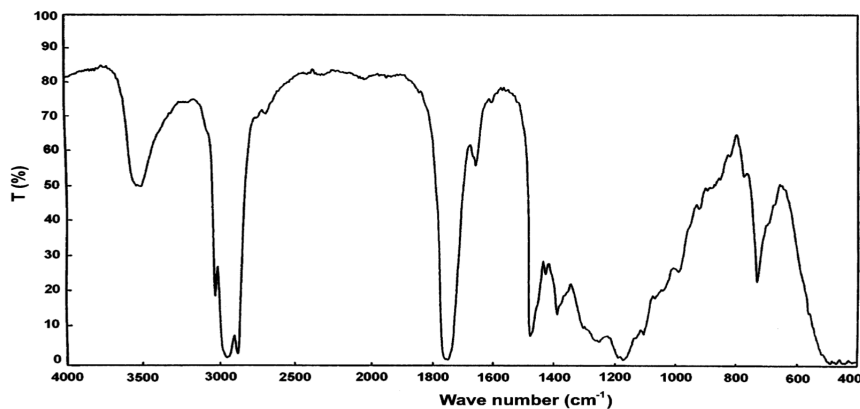
روش دوم: مراحل به شرح زیر است.

(۱) گلیسیرین با MEK در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد با تولوئن و اسید سولفونیک واکنش می‌دهند. در ادامه این دو گروه هیدروکسیل با MEK بلوکه می‌شوند، شکل ۱.

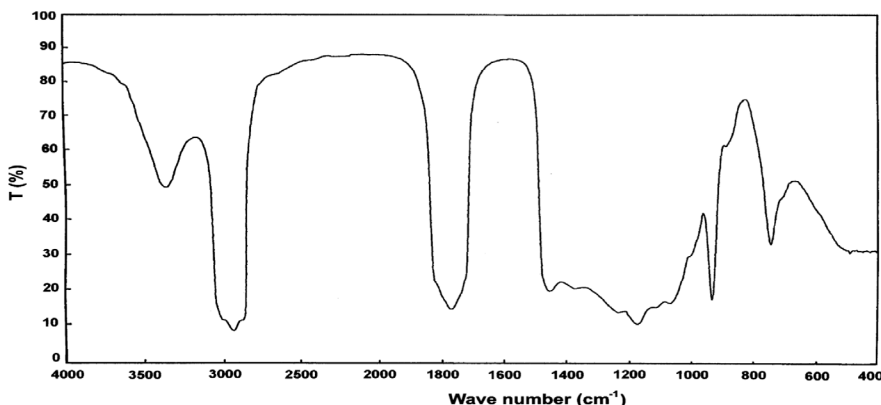
آب تولیدی با تشکیل آزنوتروپ با تولوئن از سامانه خارج می‌شود.



شکل ۲ واکنش اسید چرب با اسید اولئیک در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد



شکل ۳ نتایج آزمون RITF نمونه GMM تهیه شده از روش اول



شکل ۴ نتایج آزمون RITF نمونه GMM تهیه شده از روش دوم

منشعب از روش دوم سختی‌ای دو برابر بیشتر از روش اول دارد؛ به عبارت دیگر در روش اول به دلیل وجود سه اسید چرب به ازای یک مولکول رزینی نرم‌تر حین خشک‌شدن ایجاد می‌کند، درحالی‌که روش دوم تنها یک اسید چرب به ازای یک مولکول دارد.

کاهش سختی به کمتر از ۵۵ درصد MMG رزین به دست آمده از روش دوم می‌تواند به دلیل کاهش سختی با افزایش شاخه باشد. شاخه‌ای شدن در پلیمر به دلیل وجود عوامل اسید چرب نشأت گرفته از MMG باشد. افزایش در مقدار اسید چرب شاخه‌های جانبی را افزایش می‌دهد. به طور کلی دو نوع شبکه‌ای شدن در سختی اثرگذار است: (۱) شبکه بر اثر پیوندهای دوگانه HTPB بدنه اصلی و (۲) بر اثر گروه‌های اسید چرب که نقش شاخه جانبی کوتاه را دارند. همزمان با کاهش MMG، HTPB افزایش پیدا می‌کند؛ به این ترتیب پیوندهای دوگانه روی بدنه

از روش اول فیلمی قهوه‌ای و نیمه پشت‌پوش ایجاد می‌کند. تفاوت ظاهر ایجاد شده در نسبت بالاتر اسید چرب به MMG در روش اول است. پوشش‌های تولیدی از روش دوم براقیت بهتری دارند.

سختی به میزان MMG موجود در پلیمر بستگی دارد. سختی با کاهش میزان MMG به دست آمده در روش اول در تمامی نسبت‌ها مورد استفاده کاهش یافته است؛ درحالی‌که در محصول روش دوم، در ابتدا افزایش و در ۵۵ درصد از MMG کاهش یافته می‌شود. کاهش در میزان MMG نشان‌دهنده افزایش نسبی در مقدار HTPB است. میزان پیوندهای دوگانه در مونوگلیسیرید به میزان ۱ به ۹ نسبت به اتم کربن و در HTPB میزان ۱ به ۴ نسبت به اتم کربن یاد شده است. علاوه بر آن HTPB شبکه‌های چگال‌تری می‌دهد که مشخص‌کننده ساختاری سخت‌تر است. شایان ذکر است که پوشش

(۴) TEA به محلول اضافه می‌شود تا گروه کربوکسیلیکی بار دارد شود و این کار به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود.

(۵) آب به محلول اضافه می‌شود تا ۵۰ درصد وزنی کل سامانه را شامل شود و اختلاط آمیزه تا تکمیل واکنش و پایه آبی شدن یورتان ادامه پیدا می‌کند.

نتایج و ویژگی‌های قابل بررسی محصول بدست آمده

نتایج آزمون NMR نشان داد که پیوندهای دوگانه MMG پس از واکنش ناپدید شدند. نتایج آزمون انیدرید مالئیک به دست می‌آورد پیکی در ۶/۲ ppm مربوط به پیوندهای دوگانه آن پدید آمده و پس از پخت این پیک بر اثر واکنش انیدرید مالئیک و مونوگلیسیرید از بین می‌رود. وجود پیک در ۵/۲ ppm حضور پیوندهای اتم هیدروژن با اتم کربن دوگانه در مولکول مونوگلیسیرید را تایید می‌کند که این پیک پوشش‌دهنده پیوند دوگانه کربن-کربن اسیدهای چرب می‌باشد.

برای بررسی بیشتر از آزمون مادون قرمز تبدیل فوریه استفاده شد، شکل ۳ و ۴؛ عدد موجی ۳۵۰۰ مربوط به گروه هیدروکسیل، پیک کوچک مربوطه در ۳۰۰۰ مربوط به CH و عدد موجی ۲۹۰۰ منشعب از پیوند CH₂ می‌باشد. پیکی که در ۱۷۲۰ مشاهده می‌شود. نشانگر C=O در عاملیت استری است، اما همین گروه در عدد موجی ۱۷۰۰ عاملیتی مربوط به گروه کربوکسیلیک اسید در انیدرید مالئیک است. عدد ۱۴۶۰ به دلیل پیوند CH₃ و پیک پهن مشاهده شده، مرتبط با گروه سیس- C=C است. عدد موجی‌های ۱۳۸۰، ۱۱۷۰ و ۷۲۰ به ترتیب مربوط به پیوند C-O-C، CH₂ و CH₃ در زنجیرهای حاوی عاملیت استری است.

پوششی که با استفاده از روش دوم تولید شده، فیلمی زرد رنگ و پشت‌پوش است. در نقطه مقابل، پوشش تولید شده

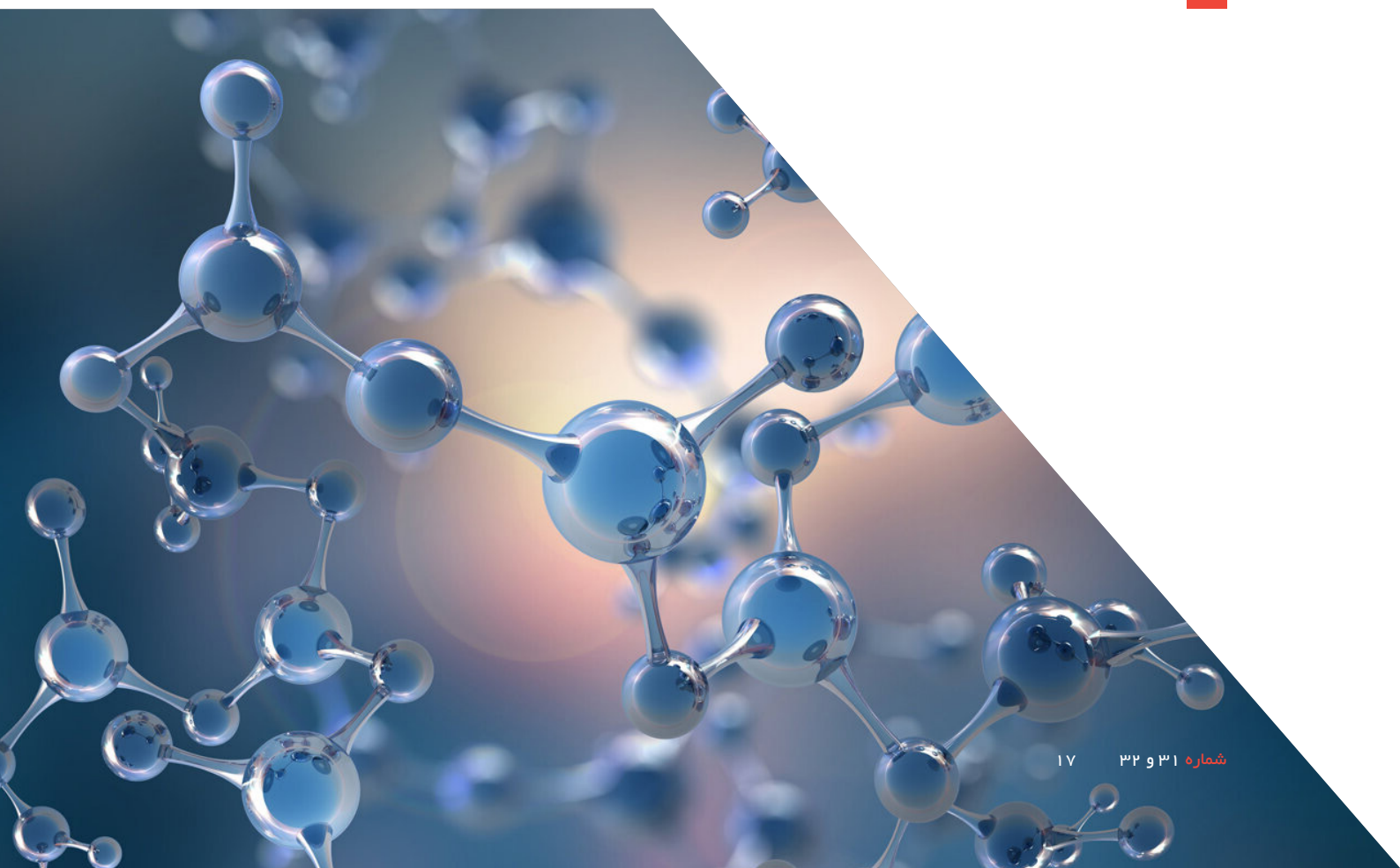
افزایش پیدا کرده و معلول کاهش شاخه‌های جانبی می‌شود و یا برعکس. نسبت بهینه برقراری تعادل در این دو منبع سختی در میزان ۵۵٪ در روش دوم تولید MMG است.

نتیجه‌گیری

روش اول شامل پوششی تیره‌تر و براقیت کمتر نسبت به روش دوم است. به طور کلی سختی نشان‌دهنده کاهش در نسبت MMG در پلی‌ال بالاست. پوشش‌های برمبنای روش دوم سختی بالاتری نسبت به روش اول دارند. سختی بهینه در روش دوم تولید MMG در نسبت ۵۵٪ حاصل می‌شود. این نسبت میزان بهینه‌ای از تعادل بین پیوندهای دوگانه HTPB و اسید چرب است. نمونه‌ها در روش MMG اول چسبندگی بهتری نسبت به روش دوم نشان دادند.

منابع

Gündüz, G., Khalid, A.H., Mecidoğlu, I.A., and Aras, L., 2004, Water-borne and air-drying oil-based resins, Progress in organic coatings, 49 (3), pp. 259-269.





آلژینات و کاربردهای آن

محمدحسین احمدی mha1379@aut.ac.ir

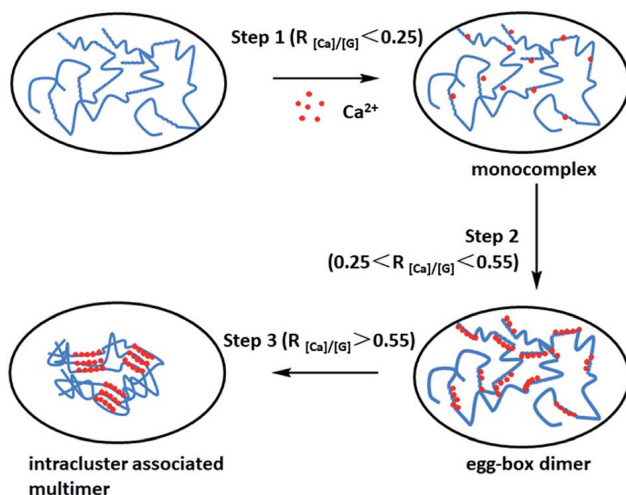
سجاد تجلی زاده sajadt38@gmail.com

منظور با استفاده از ترکیبی از پلیمرهای آلژینات با وزن مولکولی بالا و پایین، می‌توان مدول الاستیک ژل‌ها را به میزان قابل توجهی افزایش داد، در حالی که گرانروی محلول به صورت حداقلی افزایش یابد.

آلژینات‌ها معمولاً به صورت هیدروژل استفاده می‌شوند که هیدروژل‌ها شبکه‌های سه بعدی شبکه‌ای شده متشکل از پلیمرهای آب دوست با محتوای آب بالا اند که غالباً زیست سازگار هستند و به طور گسترده در مهندسی بافت، زیست پزشکی و دیگر زمینه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. هیدروژل‌های مرسوم نقایصی مانند خواص مکانیکی ضعیف و عملکرد منفرد دارند و کاربرد آن‌ها در زیست پزشکی به طور قابل توجهی محدود است. هیدروژل‌ها می‌توانند به طور گسترده در رهایش کنترل شده و پایدار داروها مورد استفاده قرار گیرند و زیست سازگاری و زیست

آلژینات چیست؟

آلژینات یک پلیمر آنیونی طبیعی است با فرمول $(C_6 H_8 O_6)_n$ که بطور معمول از جلبک‌های دریایی قهوه‌ای بدست می‌آید. اما به مقداری در باکتری‌های خاک نیز یافت شده و بدلیل زیست سازگاری بالا، سمیت کم، ارزان بودن و ژلاسیون ملایم با افزودن کاتیون‌های دو ظرفیتی مانند Ca^{2+} ، مورد استفاده قرار می‌گیرد. طبق آزمایشاتی که با نمک‌های منگنز و کلسیم انجام شد به این نتیجه رسیدند که آلژینات‌ها کوپلیمرهای خطی بلوکی هستند که از ال-گلوکورات‌ها (L-Guluronate) و دی‌مانورونات‌ها (D-Mannuronate) تشکیل شده‌اند که طول زنجیرها متفاوت‌اند.



شکل ۱ مراحل تشکیل جعبه تخم مرغ بین زنجیرها و شبکه یونی با

وزن مولکولی آلژینات‌ها تاثیر مهمی بر خواص فیزیکی ژل حاصل دارد؛ به طوری که با افزایش وزن مولکولی خصوصیات فیزیکی بهبود بخشیده، اما محلول بدست آمده بسیار لزج شده که برای فرایندها مطلوب نیست. به همین

سدیم آلزینات

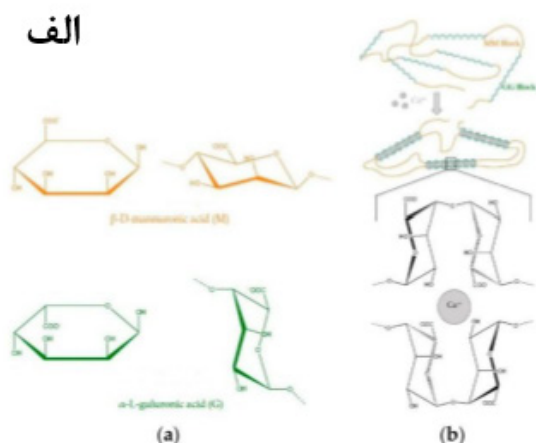
سدیم آلزینات یکی از پرکاربردترین مشتقات آلزینات است با ساختار $(C_6H_8NaO_6)_n$ که یک پلیمر طبیعی ارزان و در دسترس است که به دلیل داشتن خواصی مانند زیست سازگاری بالا و ماهیت طبیعی آن بسیار مورد استفاده است. سازگاری این ماده با داروها، اثرات دارویی را تحت تاثیر قرار نمی‌دهد که نشان دهنده مزایای طبیعی بیشتر در انتشار کنترل شده و پایدار داروها دارد. سدیم آلزینات یک کوپلیمر بلوکی خطی است که شامل ۱ و ۴ پیوند β -D - مانورونیک و آلفا - L - گولورونیک اسید است و از اسید آلزینات ساخته می‌شود و شکل اسید آن یک پلی ساکارید یا پلیمر کربوهیدرات با زنجیره طولانی است. سدیم آلزینات در آب محلول است و بر اثر حل شدن یک مایع با گرانروی بالا به وجود می‌آید. این ماده نوعی صمغ بوده که قابل حل هم در آب سرد و هم در آب گرم است. این صمغ مانند آلزینات خالص در هنگام واکنش با نمک‌های کلسیم یا اسیدها، ژلهایی غیرقابل برگشت به وجود می‌آورد. نمک سدیم آلزینات بیشتر از آلزینات خالی استفاده می‌شود زیرا آلزینات اسیدی برای بافت‌ها و سلول‌ها ضرر دارد. ژلهای آلزینات در حضور کاتیون‌های کالیوم مانند سترات، لاکتات، فسفات، تارتارات و کاتیون‌های

(۲) ژلاسیون داخلی: شامل ترکیب یک منبع نامحلول از یون‌های ژل‌کننده با محلول‌های آلزینات است و پس از آن، یون‌های ژل‌کننده توسط فرایندهایی که را کاهش می‌دهند، آزاد می‌شوند: افزودن اسیدهای آلی یا هیدرولیز آهسته لاکتون‌ها.

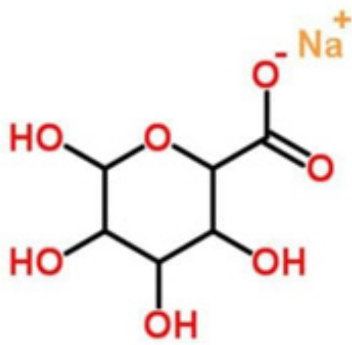
در مقایسه دو روش بالا، ژلاسیون داخلی، زمینه‌های ژل همگن با تراکم کم‌تر و اندازه منافذ بزرگ‌تر در مقایسه با ژلاسیون خارجی دارد. میزان ژل شدن نیز عامل مهمی در کنترل یکنواختی و قدرت ژل در هنگام استفاده از کاتیون‌های دو ظرفیتی است و سرعت ژل شدن باعث ایجاد ساختارهای یکنواخت‌تر و یکپارچگی مکانیکی بیشتر می‌شود. دمای ژلاسیون هم بر میزان ژل شدن و خصوصیات مکانیکی ژل‌ها تأثیر می‌گذارد. در دماهای پایین، واکنش اتصالات عرضی یونی کاهش یافته و سرعت تولید پیوندهای عرضی کندتر می‌شود. ساختار شبکه‌های متقاطع حاصل از نظم بیش‌تری برخوردار است و منجر به افزایش خواص مکانیکی می‌شود. از طرف دیگر، خصوصیات مکانیکی ژلهای آلزینات متقاطع یونی می‌تواند بسته به ساختار شیمیایی آلزینات به طور قابل توجهی متفاوت باشد. در حال حاضر در جهان بیش از ۲۰۰ نوع آلزینات مختلف تولید می‌شود که در این مقاله سدیم آلزینات مورد استفاده قرار گرفته است.

تخریب پذیری خوب عوامل مهمی برای موفقیت آن‌ها هستند. برای تهیه هیدروژل‌ها رایج‌ترین روش، شبکه‌ای کردن یونی است، بدین صورت که محلول را با عوامل اتصال عرضی مانند Ca^{2+} ترکیب می‌کنند. (شکل ۱) می‌توان از کاتیون‌های دو ظرفیتی دیگری مانند $Mn^{2+}, Pb^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+}$ استفاده کرد تا ژل ایجاد شود اما سمیت این کاتیون‌ها باعث محدودیت استفاده آن‌ها می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که کاتیون‌های دو ظرفیتی فقط به بلوک‌های گولورونات زنجیره‌های آلزینات متصل می‌شوند، زیرا ساختار بلوک‌های گولورونات اجازه می‌دهد تا درجه بالایی از هماهنگی یون‌های دو ظرفیتی باشد. بلوک‌های گولورونات یک پلیمر سپس با بلوک‌های گولورونات زنجیره‌های پلیمری مجاور اتصالات عرضی تشکیل داده و در نتیجه یک ساختار ژل ایجاد می‌شود. از جهت دیگر دو نوع روش عمده برای ترکیب یون‌های ژل‌کننده در محلول آلزینات برای تشکیل هیدروژل وجود دارد:

(۱) ژلاسیون خارجی: در این روش محلول آلزینات مستقیماً در معرض محلول یون‌های ژل‌کننده قرار می‌گیرد، Ca^{2+} بلافاصله با گروه‌های کربوکسیلیک باقی‌مانده اسید گولورونیک واکنش نشان می‌دهد و به دلیل انتشار یون‌ها هیدروژل غیرقابل برگشت تشکیل می‌شود.



شکل ۲ الف) شکل فضایی بلوک‌های ال-گولورونات و دی‌مانورونات ب) شکل ظاهری پودر سدیم آلزینات



شکل ۳ ساختار مولکولی واحد تکرار شونده سدیم آلژینات

سدیم و پتاسیم که در اکثر مایعات بیوتکنولوژی حضور دارد ناپایدار است. از خواص مهم آن می‌توان به گرانیو بودن، خاصیت تثبیت‌کنندگی مواد، پایدارکنندگی، افزایش استحکام بافت‌ها و توانایی تشکیل فیلم اشاره کرد. با توجه به خواص آن در کاربردهایی مانند بیوتکنولوژی، پزشکی، صنعت نساجی، خواص دارویی و استفاده به عنوان تثبیت‌کننده در اکثر صنایع خوراکی

استفاده می‌شود.

هیدروژل‌های IPN

شبکه پلیمر نفوذ کننده (IPN)، آلیاژهای پلیمریزه‌کننده با اتصال عرضی هستند که از درهم نفوذ کردن، گیرافتادن دو یا چند پلیمر با اتصال عرضی تشکیل شده‌اند (مانند کیتوسان، آلژینات، نشاسته، پلی‌آکریل آمید، پلی‌آکرلیک اسید، پلی‌وینیل الکل و غیره). هنگامی که تنها یک پلیمر در سامانه دارای اتصالات عرضی باشد، یک نیمه IPN نامیده می‌شود. IPNها به منظور انتقال ویژگی‌های کلیدی یکی از اجزا و در عین حال حفظ ویژگی‌های بحرانی دیگری ایجاد شده‌اند. در برخی موارد، ویژگی‌های کاملاً جدید و گاهی شگفت‌انگیز توسط نمایش داده می‌شوند که در هیچ یک از دو شبکه به تنهایی مشاهده نمی‌شوند. IPNها و نیمه IPNهای مورد استفاده در زیست پزشکی شامل فیلم‌ها، نانوذرات و هیدروژل‌ها می‌شود. آن‌ها به عنوان مواد داربست برای مهندسی بافت، سیستم دارورسانی و در بسیاری از زمینه‌های دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. هیدروژل‌های IPN بدلیل خواص عالی خود توجه محققان حوزه پزشکی را به خود جلب کرده‌اند. پلیمرهای طبیعی زیست سازگاری و زیست تخریب پذیری عالی دارند و به طور گسترده توزیع می‌شوند و به راحتی دست می‌آیند. در میان آن‌ها، سدیم

آلژینات می‌تواند به عنوان یک ماتریس برای تهیه هیدروژل‌های با تخلخل درشت استفاده شود.

تشکیل هیدروژل‌های IPN مبتنی بر آلژینات

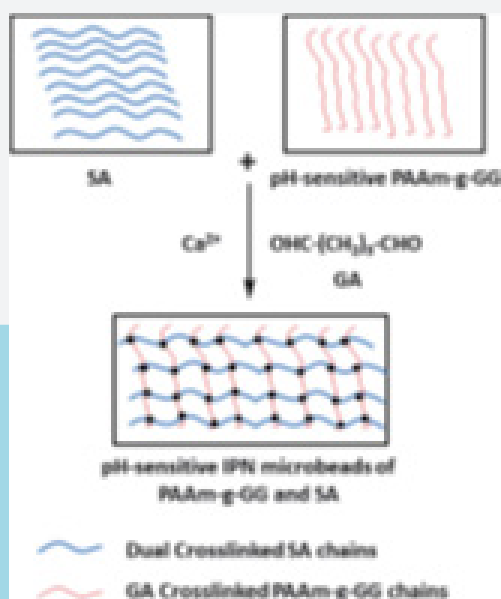
زنجیره اصلی سدیم آلژینات شامل تعداد زیادی گروه‌های فعال COO^- است و آنیون‌ها در محلول آبی رفتار تجمعی نشان می‌دهند، بنابراین دارای خاصیت چسبندگی و می‌تواند به عنوان حامل دارو برای درمان بافت‌های مخاطی استفاده شود. حساسیت سدیم آلژینات به pH نیز از گروه‌های COO^- ناشی می‌شود. تحت شرایط اسیدی، به تبدیل می‌شود و برهمکنش پیوند هیدروژنی بین گروه‌های کربوکسیل مولکول‌های سدیم آلژینات افزایش می‌یابد که باعث شده زنجیره مولکولی کوچک شود. وقتی مقدار pH افزایش می‌یابد، گروه COOH تمایل به یونیزه شدن و تولید COO^- دارد. در این هنگام، آب دوستی سدیم آلژینات نیز افزایش می‌یابد، به طوری که زنجیره مولکولی می‌تواند گسترش یابد. هیدروژل‌های سدیم آلژینات گستره وسیعی از کاربردها را در آزاد سازی کنترل شده و پایدار داروها دارند، و حساسیت pH آن می‌تواند یک عنصر کلیدی در آزاد سازی انتخابی آن در معده باشد. تحت شرایط عادی، رهایش انفجاری مولکول‌های دارو از هیدروژل‌های سدیم آلژینات که توسط

پیوند عرضی ایجاد شده‌اند یک مساله رایج در زمینه سیستم‌های دارورسانی کنترل شده است که منجر به رهایش ناگهانی دارو می‌شود. در سال‌های اخیر، کارهای زیادی برای بهبود عملکرد هیدروژل‌های سدیم آلژینات به عنوان حامل دارو انجام شده‌است. ترکیب سدیم آلژینات با پلیمرهای دیگر مانند پلی‌وینیل الکل (PVA)، ژلاتین، یا هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و پوشش ذرات سدیم آلژینات با پلیمرهای کاتیونی مانند کیتوسان برای بهبود مشکلات نش و میزان کپسوله کردن دارو کشف شده‌است. تشکیل هیدروژل‌ها ممکن است محصول یک یا چند روش پیوند عرضی باشد.

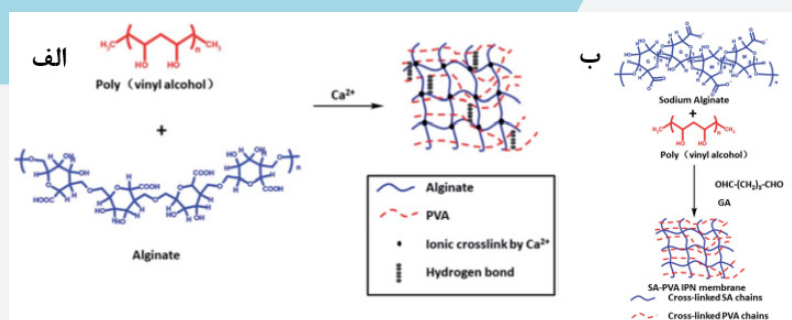
فناوری IPN می‌تواند از پلیمرها با ویژگی‌های خاص برای بهبود شرایط سدیم آلژینات استفاده کند. با در نظر گرفتن سدیم آلژینات / پلی‌وینیل الکل، ژل سدیم آلژینات سفت و سخت است و استفاده از PVA می‌تواند کشسانی ژل را افزایش دهد.

در چنین سامانه‌هایی شبکه PVA می‌تواند باعث بهبود خواص مکانیکی و حساسیت دمایی شود، در حالی که شبکه آلژینات می‌تواند حساسیت pH را ایجاد کند. هنگامی که مقدار pH برابر با ۴ است، تورم حداقل و نسبت تورم با مقدار pH افزایش می‌یابد. آنتالپی هیدروژل آلژینات / PVA به طور ناگهانی بین ۳۷ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد

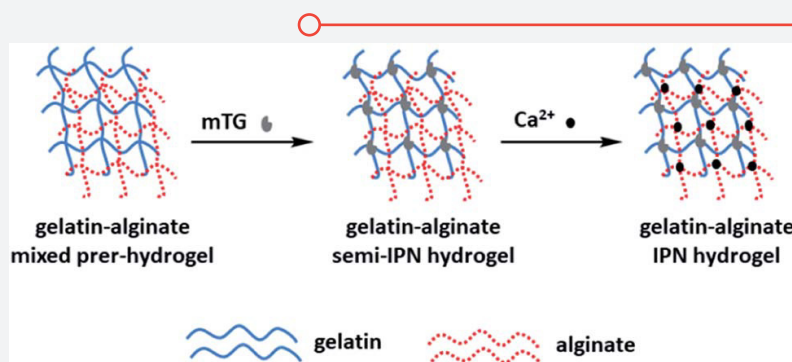
حساسیت بالایی به pH داشته و حداکثر تورم و بارگیری و آزاد شدن داروی آن اول در pH=7/4 و سپس در pH=1/2 است. زیست تخریب پذیری و زیست سازگاری سدیم آلژینات و هیدروژل نیمه IPN پلی (متاآکریلیک اسید) نیز برای کنترل رهایش تثویلین مورد استفاده قرار گرفته است و مطالعات رهایش دارو در شرایط



شکل ۴ سازوکار تشکیل میکروکره‌های ژل IPN مبتنی بر آلژینات سدیم با پیوند متقابل دوگانه



شکل ۵ الف) سازوکار تشکیل فیلم هیدروژل نیمه IPN مبتنی بر سدیم آلژینات با پیوند عرضی فیزیکی، ب) سازوکار تشکیل هیدروژل IPN مبتنی بر سدیم آلژینات با پیوند عرضی شیمیایی



شکل ۶ سازوکار تشکیل هیدروژل IPN مبتنی بر سدیم آلژینات با پیوند عرضی دوگانه آنزیمی و یون

افزایش می‌یابد که ممکن است ناشی از تجزیه پیوند هیدروژنی آلژینات / PVA باشد. مدول الاستیک و چگالی اتصالات عرضی کامپوزیت با افزایش محتوای آلژینات افزایش می‌یابد.

هیدروژل‌های IPN متشکل از ژلاتین و سدیم آلژینات را با روش اتصال عرضی دوگانه آنزیمی و یون‌ها تهیه کردند. ژل حاصل می‌تواند چسبندگی و انتشار سلول را در شرایط آزمایشگاهی پشتیبانی کند. این هیدروژل‌های IPN حتی می‌توانند در برابر استریل کردن مرسوم با بخار که ممکن است به طور جدی به مورفولوژی و خواص مکانیکی هیدروژل‌های مرسوم آسیب برساند، مقاومت کنند. روش‌های پیوند عرضی آنزیمی و کلسیم، ساده، کارآمد و عاری از مواد شیمیایی مضر و سمی هستند. نتایج نشان می‌دهد که هیدروژل سدیم آلژینات IPN زیست سازگاری عالی و خواص مکانیکی مناسبی دارد و فرصتی را برای استفاده به عنوان داربست اتصال بافتی فراهم می‌کند.

انواع هیدروژل‌های IPN براساس سدیم آلژینات

در سال‌های اخیر، محققان انتشار داروها را با تغییر ساختار هیدروژل‌ها کنترل کرده‌اند و می‌توانند تغییرات محیطی مانند دما، مقدار pH یا مواد شیمیایی در محل زخم را برای رسیدن به اثر رهایش کنترل‌شده و پایدار، افزایش ایمنی هیدروژل‌های بارگذاری‌شده با دارو و دیگر مزایا کنترل کنند. اگرچه یک هیدروژل سدیم آلژینات تک جزئی به pH حساس است، فارغ از روش اتصال عرضی آن، آزادسازی پایدار و کنترل‌شده داروی ایده‌آلی ندارد. بنابراین، سدیم آلژینات به طور کلی در ترکیب با دیگر ترکیبات پلیمری مورد استفاده قرار می‌گیرد و محققان یک سری از هیدروژل‌های هوشمند IPN را با کمک فناوری IPN تهیه کرده‌اند.

۱) هیدروژل‌های حساس به pH

ترکیب پلی (آکریلیک اسید) / سدیم آلژینات با اتصالات عرضی شیمیایی

IPN برای مطالعه بارگذاری و آزادسازی ایوپروفن NSAID استفاده کرده‌اند. آزادسازی دارو را می‌توان با کاهش یا افزایش پروتونه شدن سدیم آلژینات در هیدروژل‌ها تحت شرایط مختلف pH کنترل کرد. این سیستم نشان می‌دهد که آزادسازی دارو تحت شرایط قلیایی سریع‌تر و تحت شرایط اسیدی کندتر است.

۴) هیدروژل‌های دوگانه حساس به نمک و pH

ویژگی هیدروژل‌های حساس به نمک این است که خواص تورمی ژل می‌تواند تحت تاثیر نمک اضافه‌شده، دست‌خوش تغییرات ناگهانی شود. نمک یکی از مهم‌ترین مواد برای بقای انسان است و می‌تواند تعادل اسمزی بین سلول‌ها، خون و همچنین آب معمولی و متابولیسم نمک را تنظیم کند.

کاربرد هیدروژل‌های IPN مبتنی بر سدیم آلژینات

سدیم آلژینات دارای ویژگی‌های تجزیه‌پذیری، زیست سازگاری خوب، عدم سمیت، دسترسی آسان، هزینه کم و عدم ایمنی زایی است، به طوری که در زمینه زیست پزشکی عملکرد عالی دارد. هیدروژل‌های ره‌ایش کنترل‌شده و پایدار IPN براساس سدیم آلژینات به طور گسترده‌ای برای تجویز دارو و

رادی‌کال آزاد تک مرحله‌ای به کار برده‌اند.

هیدروژل‌های IPN با حساسیت دوگانه دما/pH می‌توانند یک کاندید امیدوارکننده برای ره‌ایش هدفمند و پایدار داروهای ضد سرطان و ضد التهاب باشند.

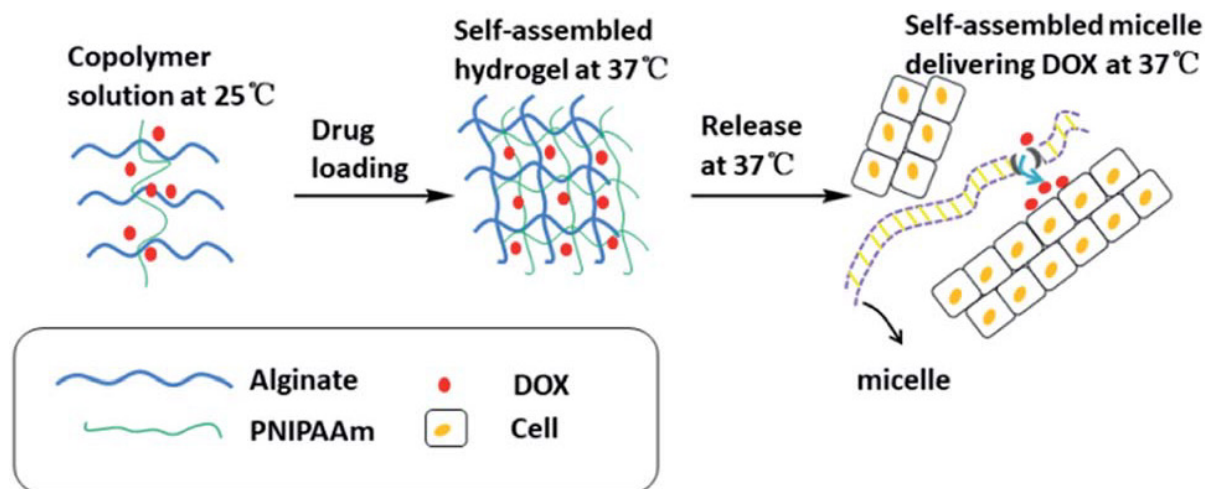
۳) هیدروژل‌های دوگانه حساس به میدان الکتریکی و pH

هیدروژل‌های حساس به الکتریسیته آزاد شدن داروها را با نظارت بر خاموش یا روشن بودن سیگنال‌های الکتریکی کنترل می‌کنند. سدیم آلژینات پلی‌الکترولیت پلیمری است و هیدروژل‌های آن به تحریک الکتریکی واکنش می‌دهند. یک هیدروژل نیمه IPN براساس نانوجاذب سلولز باکتریایی و سدیم آلژینات تهیه شده است. این نیمه IPN یک سامانه آزادسازی دارو با حساسیت دوگانه است. این سامانه دارای ویژگی‌های تورم و ره‌ایش دارو در پاسخ به محرک pH و میدان الکتریکی است. نرخ تورم سلولز باکتریایی سدیم آلژینات از ۸ برابر در $pH=1/5$ به ۱۳ برابر در $pH=11/8$ افزایش یافت. علاوه بر این، نرخ تورم تحت تاثیر میدان الکتریکی قرار گرفت. هنگامی که میدان الکتریکی از ۰ تا ۰/۵ ولت تغییر می‌کند، نرخ تورم سیستم نیمه IPN از ۸ تا ۱۴ برابر در حالت خشک افزایش می‌یابد. محققان از این سیستم نیمه

آزمایشگاهی، ره‌ایش پایدار را به مدت ۱۲ ساعت نشان داده‌اند. بدلیل اضافه شدن جزء دوم در سامانه، هیدروژل‌های سدیم آلژینات حساس به pH مبتنی بر IPN ره‌ایش کنترل‌شده و پایدارتری از داروها و همچنین استحکام مکانیکی عالی نشان می‌دهند.

۲) هیدروژل‌های دوگانه حساس به دما و pH

هیدروژل‌های سدیم آلژینات در حالت عادی به تغییرات pH حساس هستند. هیدروژل IPN تشکیل‌شده از سدیم آلژینات و کوپلیمر پلی (N) - ایزوپروپیل آکریل آمید و بارگذاری شده با دوکسوروبیسین (DOX) آزادسازی پایدار دارو را در pH و دمای فیزیولوژیکی بدن نشان داد. DOX کپسوله شده در هیدروژل مایسل‌های تشکیل‌شده توسط کوپلیمر، به صورت پایدار آزاد شده و در درمان سرطان موثر شناخته شده است. (شکل ۷) ریزدانه‌های هیدروژل IPN را براساس سدیم آلژینات و صمغ گوار اصلاح‌شده تهیه شده است. این ریزدانه‌ها ممکن است هم به pH و هم به دما حساس باشند. در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و $pH=7/4$ ، زمان آزاد شدن زیدوودین (یک داروی ضد HIV) به ۳۴ ساعت افزایش یافت. از سدیم آلژینات اصلاح‌شده، ایزوپروپیل آکریل‌آمید و آکریل‌آمید به عنوان مواد اولیه استفاده شده و یک واکنش پلیمریزاسیون



شکل ۷ سازوکار آزادسازی هیدروژل‌های IPN با حساسیت دوگانه دما/pH مبتنی بر سدیم آلژینات در دمای فیزیولوژیکی

پروتئین مورد مطالعه قرار گرفته‌اند.

تحویل داروهای شیمیایی کوچک

دوز دارو در یک مجموعه از زیر واحدهای کوچک کپسوله شده است. زیر واحدها بعداً به صورت قرص فشرده می‌شوند، در نتیجه مانعی ایجاد می‌شود که می‌تواند خواص آزادسازی کنترل شده را فراهم کند. هیدروکلوئید سدیم آلژینات بلافاصله هیدراته می‌شود و لایه‌ای با گرانروی بالا را در اطراف خود تشکیل می‌دهد و به عنوان مانع انتشار عمل می‌کند. در نتیجه مهاجرت داروهای شیمیایی کوچک را کاهش و دارورسانی را حفظ می‌کند. با تنظیم تعامل دارو و سدیم آلژینات، سینتیک آزادسازی داروهای با وزن مولکولی کم در ژل سدیم آلژینات را می‌توان کنترل کرد. وقتی هیچ واکنش شیمیایی بین دارو و پلیمر وجود ندارد، آزاد شدن عمدتاً به پلاریزاسیون بار مولکول بستگی دارد. به این معنی که مولکول آب‌دوست به سرعت نفوذ می‌کند در حالی که داروی آب‌گریز به آرامی از طریق منافذ ژل نفوذ می‌کند.

نتایج و جمع‌بندی

هیدروژل‌های IPN مبتنی بر آلژینات به طور گسترده برای انتقال داروها و پروتئین‌ها یا به عنوان مواد اولیه برای ترمیم و بازسازی بافت مورد استفاده قرار می‌گیرند و کاربردهای تحقیقاتی بالقوه ای در زمینه آزادسازی کنترل شده و پایدار دارو دارند. با این حال، در حال حاضر، بیشتر هیدروژل‌های سدیم آلژینات هنوز محدود به مرحله تحقیقات نظری در آزمایشگاه هستند. کاربرد واقعی آن‌ها هنوز هم باید به طور قابل توجهی بهبود یابد. علاوه بر این، سدیم آلژینات بسیار آب‌دوست است که منجر به آزادسازی ناپایدار داروهای محلول در آب می‌شود. هیدروژل‌های مبتنی بر سدیم آلژینات تک و دو حساسیتی در تعداد زیادی از مطالعات گزارش شده‌اند و بیشتر آن‌ها فقط برای یک دارو هستند. امروزه، برای درمان

بیماری‌ها لازم به استفاده همزمان داروهای متعدد است که با عوارض زیادی همراه است. توسعه هیدروژل‌های سدیم آلژینات هوشمند چند حساسیتی که می‌توانند داروهای متعددی را به طور دقیق و منظم آزاد کنند و چگونگی بهبود هدف قرار دادن هیدروژل‌های بارگذاری شده با دارو، جهات مهمی در تحقیقات آینده خواهد بود.

منابع

- [1] Zou, Z., Zhang, B., Nie, X., Cheng, Y., Hu, Z., Liao, M., & Li, S. (2020). A sodium alginate-based sustained-release IPN hydrogel and its applications. *RSC Advances*, 10(65), 39722–39730.
- [2] Gheorghita Puscaselu, R., Lobiuc, A., Dimian, M., & Covasa, M. (2020). Alginate: From Food Industry to Biomedical Applications and Management of Metabolic Disorders. *Polymers*, 12(10), 2417.
- [3] Liu, J., Yang, S., Li, X., Yan, Q., Reaney, M. J. T., & Jiang, Z. (2019). Alginate Oligosaccharides: Production, Biological Activities, and Potential Applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*.
- [4] Wang, M., Chen, L., & Zhang, Z. (2021). Potential applications of alginate oligosaccharides for biomedicine – A mini review. *Carbohydrate Polymers*, 271, 118408.
- [5] Zhang, H., Cheng, J., & Ao, Q. (2021). Preparation of Alginate-Based Biomaterials and Their Applications in Biomedicine. *Marine Drugs*, 19(5), 264.
- [6] Pahlevanzadeh, F., Mokhtari, H., Bakhsheshi-Rad, H. R., Emadi, R., Kharaziha, M., Valiani, A., Berto, F. (2020). Recent Trends in Three-Dimensional Bioinks Based on Alginate for Biomedical Applications. *Materials*, 13(18), 3980.

خلاصه

پخت لاستیک بوتیل یکی از چالش‌های اصلی صنعت تایرسازی است. لاستیک بوتیل به علت غیراشباعیت کم آن با سامانه‌های پخت معمولی مانند گوگرد پخت نشده و سامانه پخت رزین فنولیک برای آن استفاده می‌شود. یکی از تجهیزاتی که از لاستیک بوتیل ساخته می‌شود، کیسه‌ی پخت^۳ است. کیسه‌ی پخت در شکل‌دهی و پخت تاثیر کاربرد دارد. پخت با رزین فنولیک باعث افزایش عمر مفید کیسه‌ی پخت می‌شود. ساختار رزین مورد استفاده برای پخت لاستیک بوتیل و کیسه‌ی پخت کامل بررسی شده و روش تولید آن بیان شد.

کلمات کلیدی: رزین فنولیک، آلکیل‌دار کردن فنول، کیسه‌ی پخت، لاستیک بوتیل.

مقدمه

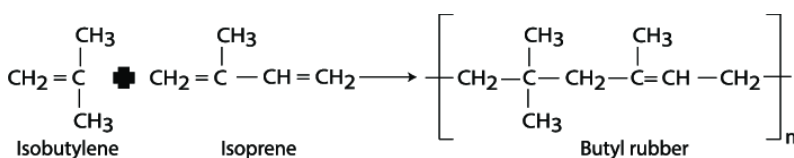
امروزه پلیمر در صنایع گوناگونی مانند چاپ و بسته‌بندی، لوازم خانگی، بهداشتی و دارویی، خودرو، کشاورزی، ساختمان و ... کاربرد دارد. یکی از صنایعی که پلیمر در آن کاربرد زیادی دارد، صنعت خودرو و تایرسازی است. ماده‌ی اصلی و پایه‌ای مورد استفاده در این صنعت نوعی از انواع پلیمر به نام الاستومر است. الاستومر پلیمری معمولاً با جرم مولکولی بالاست که دمای انتقال شیشه‌ای منفی دارد و توانایی بلورینگی ندارد [۱].

فرایندی که بطور عمدی اتصالاتی بین زنجیرهای پلیمر ایجاد می‌کند تا خواص آن را (بخصوص خواص مکانیکی) بهبود بخشد، فرایند پخت نامیده می‌شود. برای لاستیک‌ها معمولاً به جای پخت از کلمه‌ی ولکانیزاسیون استفاده می‌کنند [۲]. الاستومر بدون فرایند پخت به علت مدول پایین در صنعت کاربردی ندارد اما زمانی که پخت شود به یک

ماده کشسان و مقاوم و با مدول نسبتاً بالا تبدیل شده که در صنایع مختلفی از جمله تایرسازی قابل استفاده می‌شود. یک نوع ولکانیزاسیون وجود دارد که به ولکانیزاسیون پویا معروف است و به فرایندی گفته می‌شود که یک الاستومر در اختلاط با یک پلاستیک مذاب پخت می‌شود و به پلاستیک که به عنوان زمینه عمل می‌کند، متصل می‌شود [۳].

با ولکانیزه کردن الاستومر پلاستیسیته کاهش، کشسانی، مقاومت در مقابل سایش، استحکام کششی و مقاومت شیمیایی افزایش می‌یابد. پخت الاستومر باعث کاهش تغییر فرم دائمی بعد از یک تغییر طول زیاد می‌شود [۴]. معمولاً برای این فرایند از گوگرد استفاده می‌کنند که قدیمی و کم هزینه است؛ اما فناوری‌های دیگری مانند پراکسیدی، فرابنفش و رزین فنولیک وجود دارد. پخت با گوگرد پیوند S-C ایجاد می‌کند که در حضور رطوبت و گرمای بالا امکان هیدرولیز و واکنش برگشت ولکانیزاسیون را به وجود می‌آورد. ولی اگر با رزین فنولیک پخت انجام شود پیوند C-C به وجود می‌آید که این مشکل را دیگر ندارد. پیوندهای اتصال عرضی بعد از ایجاد پیک پخت (اوج تراکم اتصال)، ممکن است تجزیه شود یا واکنش برگشت اتفاق بیفتد. با این حال سرعت واکنش برگشت در الاستومر پخت شده با رزین فنولیک بسیار کمتر از سامانه گوگردی است. ضعف سامانه‌ی پراکسیدی و فرابنفش، پخت تنها معدودی از الاستومرها است. برای مثال، این سامانه‌ها لاستیک بوتیل را پخت نمی‌کنند. خطرناک بودن بعضی پراکسیدها و ماندن ماده‌ی فرار

از ویژگی‌های لاستیک بوتیل می‌توان به پایداری بالا در مقابل اکسیژن، ازن، اسید، باز، گرما و نور خورشید اشاره کرد. همچنین این لاستیک نفوذپذیری کمی نسبت به گازها دارد که علت آن عدم وجود شاخه جانبی و گروه‌های متیل است [۶ و ۷]. از دیگر ویژگی‌های لاستیک بوتیل می‌توان از مقاوم بودن در مقابل خوردنده‌های آبی نام برد [۸]. لاستیک بوتیل کاربرد فراوانی در تایرسازی دارد [۷]. لاستیک بوتیل به طور معمول با یکی از سه روش زیر



شکل ۱ طرحواره سنتز لاستیک بوتیل [۱]

شده با گوگرد، می‌شود. این لاستیک‌ها توانایی تماس با فلزات را دارند درحالی که لاستیک پخت شده با گوگرد در تماس با فلزات لکه دار می‌شود [۵].

رزین فنولیک از فرمالدهید (یا مشتقاتش) و فنول (یا مشتقاتش) تولید می‌شود. این رزین دو نوع تقسیم‌بندی دارد. اگر این رزین در محیط بازی و نسبت فرمالدهید (یا مشتقاتش) به فنول (یا مشتقاتش) بیشتر از یک تولید شود، به آن رزول و اگر در محیط اسیدی و نسبت فنول (یا مشتقاتش) به فرمالدهید (یا مشتقاتش) بیشتر از یک ساخته شود، به آن نوالاک می‌گویند. حال اگر برای سنتز از فنول و فرمالدهید عادی استفاده شود، به آن رزین فنولیک مرسوم و اگر از مشتقات این مواد استفاده شود، رزین فنولیک جدید می‌گویند [۵].

رزین فنولیک بسیار قطبی است. پس برای امتزاج‌پذیری آن با لاستیک بوتیل باید قطبیت آن را کم کرد. برای کاهش قطبیت یک زنجیر هیدروکربنی به موقعیت پرای فنول رزین فنولیک آن اضافه می‌شود [۱۲]. رزین مورد استفاده



شکل ۲ کیسه‌ی پخت

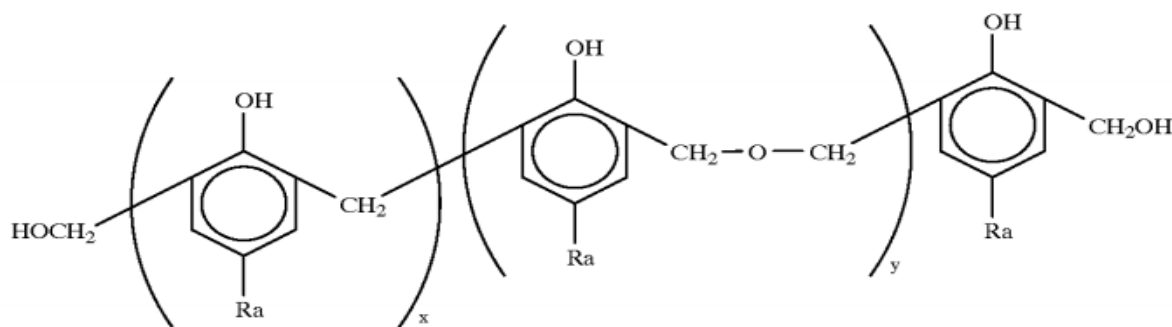
می‌گیرد و با بخار آب آن کیسه گرم و باد شده و باعث انتقال گرما و فشار به لاستیک و باعث شکل گرفتن لاستیک و پخت آن می‌شود. به دلیل آن که آن کیسه از الاستومر ساخته شده از حافظه‌ی الاستیک برخوردار است و به حالت اولیه‌ی خود بر می‌گردد و به همین دلیل با این روش می‌توان تعداد زیادی لاستیک را پخت کرد [۹].

پس از هر بار استفاده از کیسه‌ی پخت اتفاقاتی مخرب برای کیسه اتفاق می‌افتد، مانند تحت دمای ولکانیزاسیون بودن برای مدت زیاد به خصوص که گوگرد موجود در لاستیک تمایل به مهاجرت به سطح کیسه را دارد و باعث پخت زیادی کیسه می‌شود. مورد مخرب دیگر امکان اکسید شدن کیسه و از دست دادن خاصیت برگشت‌پذیری آن است. شرایط پخت باعث زبر شدن و دارای امواج شدن سطح کیسه و انتقال آن به لاستیک می‌شود. علاوه بر این موارد با هر پخت کیسه تغییرات طولی و حجمی زیادی انجام می‌دهد و ممکن سوراخی در آن ایجاد شود یا هنگام باز کردن قالب پخت بترکد و موجب آسیب به کارگر شود [۱۰]. پس برای عوض نکردن کیسه‌ی پخت به دفعات زیاد، باید کیفیت آن افزایش یابد. از آنجا که معمولاً این کیسه از لاستیک بوتیل تولید می‌شود، با پخت آن با یک فنول دی‌الکل که دارای گروه جانبی است، کیفیت آن افزایش می‌یابد [۱۱].

پخت لاستیک بوتیل با رزین فنولیک باعث امکان استفاده بیشتر از کیسه پخت، پنج برابر بیشتر از کیسه پخت

پیوند اتصال عرضی پیدا می‌کند: (۱) پخت سریع با گوگرد، (۲) پیوند عرضی با دی‌اکسیم و ترکیبات دی‌نیتروزو و (۳) پخت با رزین فنولیک [۱۱]. اگر کاربرد لاستیک بوتیل در دمای بالا و یا در حضور بخار آب باشد از سامانه پخت رزین فنولیک برای آن استفاده می‌کنند. بهتر است پخت در حضور هالوژن باشد؛ هالوژن یا از طرق هالوژن فلزی، یا خود رزین و یا خود الاستومر تامین می‌شود. تنها ایراد پخت با سیستم رزین فنولیک سرعت پایین آن است که ممکن است چگالی اتصال عرضی مورد نظر را به دست نیاید. برای رفع این مشکل باید از شتاب‌دهنده‌های مناسب استفاده کرد. برای افزایش سرعت پخت می‌توان از رزین هالوژنه شده استفاده کرد. در حضور کربن سیاه انرژی فعال‌سازی برای فرایند پخت کمتر و پخت سریع‌تر انجام می‌شود [۶]. لاستیک بوتیل کاربرد فراوانی در صنعت لاستیک و تهیه‌ی کیسه‌ی پخت دارد. اشباعیت کم بوتیل باعث مقاومت حرارتی و جوی می‌شود اما در زمان پخت مشکل ایجاد می‌کند. برای حل این مشکل از پلی‌هالومتیل فنول که فنول آن دارای گروه جانبی است استفاده می‌کنند [۱ و ۵].

یکی از کاربردهای لاستیک بوتیل در کیسه‌ی پخت تایر است. کیسه‌ی پخت تایر یک کیسه قابل باد شدن از جنس لاستیک بوتیل است که به شکل حلقوی است و با کربن سیاه تقویت می‌شود. برای شکل‌دهی تایر به صورت دستی، یک کیسه از جنس بوتیل در داخل قالبی که تایر بعد از مونتاژ کامل قرار گرفته است تا شکل داده شود، قرار



شکل ۳ ساختار رزین مناسب [۳۱]

بی‌رنگ‌تر از رزین عادی است و مقاومت آن در برابر محیط قلبایی و نور و هوا بیشتر است. بین حلقه‌های فنول زنجیر رزین می‌تواند دو گروه متیلنی و یا اتری قرار بگیرد. اگر بین ۱۰۰ حلقه فنول ۵۰ تا ۹۹ پل دی بنزیل اتری باشد پخت مؤثرتری خواهیم داشت. این رزین به طور عجیبی از رزین عادی فعال‌تر است و حدود ۳۰ تا ۸۰ درصد جرم کمتری نسبت به رزین معمولی می‌خواهد تا به چگالی اتصالات عرضی برابر برسد. این رزین بعد از ذخیره‌سازی یا فرایند در دمای بالاتر نیز فعال‌تر از رزین فنولیک مرسوم است [۱۳].

ساختار رزین مورد استفاده قابل مشاهده است. این رزین می‌تواند شاخه‌ای و پل‌های متیلنی و اتری به طور تصادفی در زنجیر باشند. جمع $X+Y$ می‌تواند از ۱ تا ۱۵ و حتی بیشتر باشد. تعداد پل‌های اتری بیشتر از متیلنی است و گروه Ra می‌تواند از ۱ تا ۱۲ اتم کربن باشد. مقدار پل اتری را می‌توان از طریق دیگری نیز بیان نمود. وزن معادل متیلول که از تقسیم میانگین جرم مولکولی بر مجموع میانگین تعداد گروه‌های متیلول و دو برابر اعداد پیوندهای اتری به دست می‌آید، یکی از مهم‌ترین مولفه‌هاست. مقدار این عدد برای رزین مورد نیاز پخت الاستومر بین ۱۲۵ تا ۱۷۵ است در حالی که برای رزین فنولیک مرسوم از ۴۰۰ تا ۱۷۰۰ است. گروه Ra بر این عدد تاثیرگذار است و اگر از t -butyl و t -octyl و t -dodcyl استفاده شود به ترتیب این عدد افزایش می‌یابد (باید بیش از ۵۰ درصد گروه‌های تکراری و بهترین حالت ۸۰ درصد از آن‌ها باید یکی از این گروه‌های جانبی را داشته باشد). وزن معادل متیلول برای رزین مورد نظر از ۰/۵۵ تا ۰/۸ میانگین جرم مولکولی می‌تواند باشد. با توجه به وزن معادل متیلول برای رزین مناسب پخت الاستومر که بین ۱۲۵ تا ۱۷۵ است، مناسب‌ترین گروه جانبی t -octyl است که این عدد برای آن ۱۲۵ تا ۱۸۵ است. در هنگام پخت لاستیک و در حضور اسید دی‌بنزیل اترها به متیلول تجزیه شده به باعث پخت لاستیک می‌شود [۱۳].

دلیل استفاده از رزول به جای کوچک مولکول فنول دی‌الکل همراه گروه جانبی، توانایی پخت رزول بدون حضور پرکننده (کربن سیاه) است در حالی که هر درصدی از کوچک مولکول گفته شده توانایی پخت بدون این پرکننده را ندارد. علاوه بر این رزین مورد استفاده پودر و جامد است و توانایی کار با آن راحت‌تر است در حالی که کوچک مولکول گفته شده یک مایع چسبناک است [۱۵].

سازوکار پخت الاستومر با رزین فنولیک

یکی از مهم‌ترین روش‌های بالا بردن عمر مفید کیسه‌ی پخت، استفاده از رزین فنول-فرمالدهید (رزول) برای پخت لاستیک بوتیل است. این رزین می‌تواند پیوندهایی بین زنجیرهای الاستومر بوتیل ایجاد کند که در دمای بالا ثابت بمانند. رزین مورد استفاده ۲ و ۶ دی‌هیدروکسی متیل -۴ آلکیل فنول یا واکنش تراکمی آن‌ها با یکدیگر است. گروه جانبی آلکیل معمولاً متیل، ترشیو-بوتیل و یا ترشیو-اکتیل است. گروه R می‌تواند دی‌بنزیل اتر یا متیلن باشد. ویلدشات معتقد است که دو نوع واکنش در حین پخت با سیستم رزین فنولیک اتفاق می‌افتد؛ الف) واکنش خود تراکمی رزین، ب) واکنش‌های بین رزین و مولکول‌های لاستیک. کائین و فارمر و کاچ واکنش‌های ۲-هیدروکسی متیل فنول و مواد غیر اشباع از جمله لاستیک طبیعی را مطالعه کردند. این محققان باور دارند که در این واکنش‌ها ساختار کرومن ایجاد می‌شود که از واسطه‌ی ارتو متیلن کینون به دست می‌آید اما ون در میر با این سازوکار مخالف است [۱۰].

تا سال ۱۹۵۵ این نوع رزین کاربرد صنعتی نداشت اما در این سال با انتشار دو ثبت اختراع نشان داده شد که اگر کیسه پخت با این رزین‌ها پخت شود، از مقاومت گرمایی و مقاومت مقابل اکسید شدن بالایی برخوردار می‌شود [۱۰].

سازوکار کرومن در شکل ۴ مشاهده می‌شود. برای پخت حداقل به دو

حلقه‌ی فنول که روی هر کدام ارتو-هیدروکسی متیل وجود دارد، نیاز است. گروه آلکیل و R می‌تواند CH_2-O-CH_2 یا گروه تکراری فنول باشد. مرحله‌ی اول گرفتن مولکول آب است تا واسطه‌ی ارتو-متیلن کینون تشکیل شود. سپس این حالت واسطه با پیوندهای دوگانه‌ی الاستومر ترکیب شده و ساختار کرومن را ایجاد می‌کند. با تکرار مراحل قبل واکنش پخت به دست می‌آید. این سازوکار توسط گرث که از تحقیقات هالچ نتیجه گرفته بود، ارائه شد. بسیار جالب است که اگر دیانی در این روش استفاده شود تنها یکی از پیوندهای دوگانه در واکنش شرکت می‌کند [۱۰].

البته سازوکار دیگری توسط ون در میر نیز ارائه شده است که در شکل ۵ آمده است.

با توجه به این سازوکار پیوند دوگانه‌ی الاستومر تنها جابه جا شده و در واکنش پخت شرکت نمی‌کند. دلیل اینکه ون در میر با مکانیسم کرومن مخالف است، توانایی پخت الاستومر غیر اشباع با یک فنول همراه گروه‌های جانبی لازم است. در حالی که او واکنش خود تراکمی فنول را در نظر نگرفت. دمای واکنشی که ون در میر انجام داد ۱۵۵ درجه‌ی سانتی‌گراد بود در حالی که فنول‌ها در دمای حدود ۸۰ درجه‌ی سانتی‌گراد واکنش خود تراکمی انجام داده و به الیگومرهای رزین فنولیک تبدیل می‌شوند. پس اتفاقی که ون در میر مشاهده کرده در شکل ۶ آمده است:

برای پخت وجود حداقل مولکولی با دو حلقه‌ی فنول که هر کدام دارای گروه متیلول باشند، نیاز است. مرحله‌ی اول واکنش دی‌هیدراسیون و اضافه شدن الاستومر غیر اشباع است و با دی‌هیدراسیون و افزودن الاستومر غیر اشباع واکنش پخت تکمیل می‌شود [۱۰].

مواد

فنول شرکت دکتر مجللی، ۴۰۴ و ۴۰۲ تری متیل پنتن (دی ایزوبوتیلن) شرکت سیگما-آلدریج، اسید سولفوریک ۹۶٪

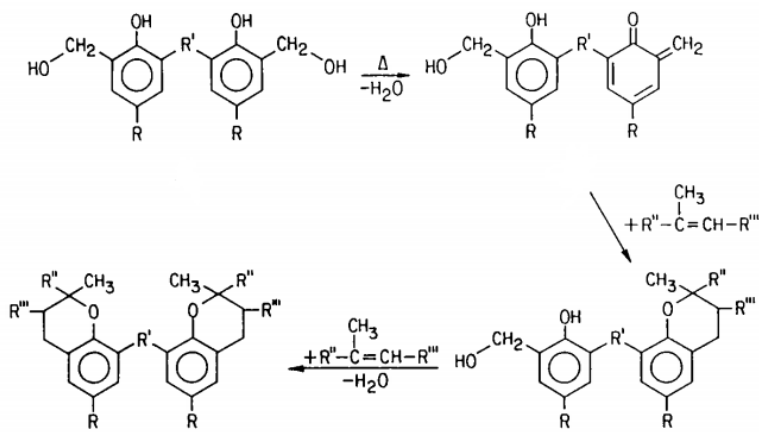
شرکت دکتر مجللی، سود آزمایشگاهی
دکتر مجللی، فرمالدهید ۳۷ درصد وزنی
دکتر مجللی، اسید هیدروکلریک ۳۷
درصد وزنی شرکت مرک آلمان، رزین
چینی مناسب برای پخت لاستیک.

تولید پاراتریشیو اکتیل فنول

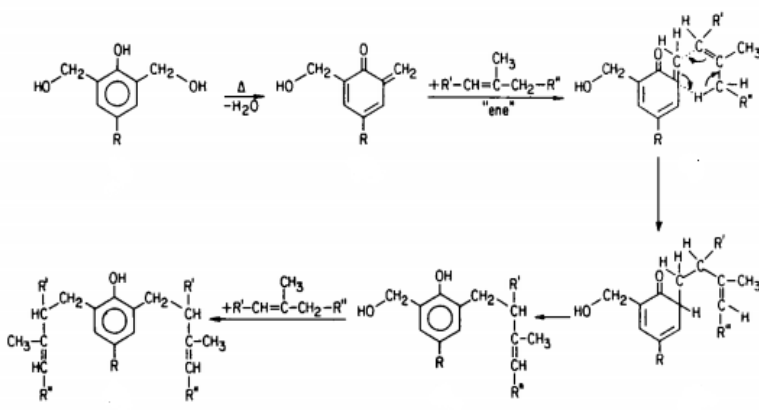
مقدار مولی یکسان از ۲ و ۴ و ۴ تری
متیل پنتن و فنول (۵/۶ گرم دی
ایزوبوتیلن و ۴/۷ گرم فنول) مخلوط
می‌کنیم. به مخلوط فوق که در دمای
۱۵ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد قرار دارد به
تدریج ۰/۲ گرم اسید سولفوریک ۹۶٪
(به صورت قطره‌ای) اضافه می‌کنیم.
مخلوط در حال هم خوردن شدید است.
بعد از اضافه کردن اسید دما تا ۳۵
درجه‌ی سانتی‌گراد بالا می‌رود و مخلوط
کاملاً سیال می‌شود. سپس همراه
هم خوردن مخلوط دما تا ۲۰ درجه
در سریع‌ترین حالت خنک می‌شود
(در حمام ۲۰ درجه قرار می‌گیرد).
سپس ۰/۷۵ گرم اسید سولفوریک ۹۶٪
در طی ۲۰ الی ۳۰ دقیقه به طور آهسته
اضافه می‌شود درحالی که دما در ۲۰
درجه‌ی سانتی‌گراد نگه داشته می‌شود.
پس از ۱ ساعت هم خوردن، بلورهای
پارا تریشیو اکتیل فنول تشکیل می‌شود.
مخلوط به خاطر تشکیل بلورها گرانتر
می‌شود. به همین منوال ادامه می‌دهیم
تا ژل تشکیل شود. با شست و شوی
مخلوط توسط آب اسید اضافی و فنول
واکنش نداده خارج می‌شود.

تولید رزین مناسب

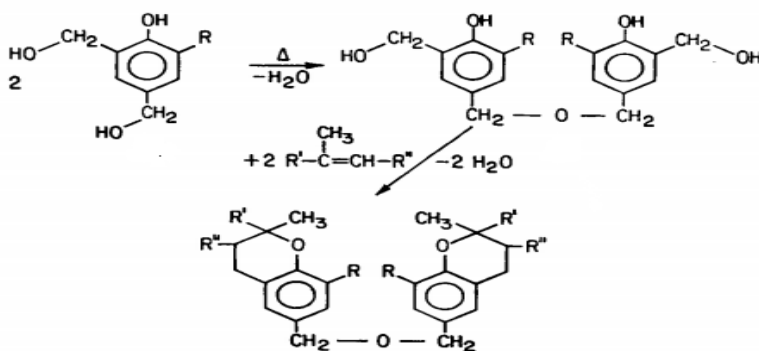
۴/۴ گرم پارا تریشیو اکتیل فنول
و ۱/۲۹ گرم پارافرمالدهید مخلوط
شد. مخلوط را ۱ ساعت در دمای ۸۵
درجه سانتی‌گراد نگه داشته تا مخلوط
کاملاً ذوب شود. سپس ۰/۳ میلی‌لیتر
تری‌اتیل‌آمین (۰/۲۲ گرم) به مخلوط
اضافه شده و سپس مخلوط در ۱۰۰
درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۳ ساعت
نگه داشته شد. در انتها رزین به دست
آمده ۳۰ دقیقه در دمای ۱۲۵ درجه‌ی
سانتی‌گراد تحت خلا قرار داده شد تا
تری‌اتیل‌آمین آن تبخیر شود. در انتها
رزینی شفاف و زرد رنگ خواهیم داشت.



شکل ۴ طرحواره سازوکار کرومن [۱۰]



شکل ۵ سازوکار ون در میر [۱۰]



شکل ۶ سازوکاری که ون در میر مشاهده کرد [۱۰]

آزمون‌های استفاده شده

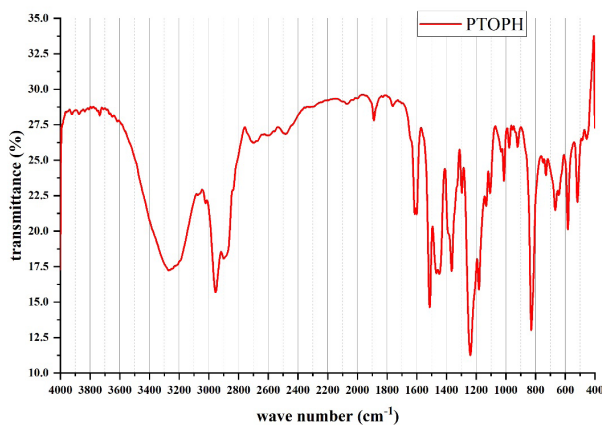
برای تعیین نقطه ذوب پاراتریشو اکتیل فنول تولید شده از روش تعیین نقطه ذوب به روش لوله موئین استفاده شد. از دستگاه FTIR دانشکده مهندسی شیمی که متعلق به شرکت BOMEM کانادا و مدل ۱۰۲ M، استفاده شده است. این دستگاه از هر نمونه ۲۰ شناسایی انجام داده و کیفیت آن 4cm^{-1} است و محدوده طیف نشان داده شده از 4000cm^{-1} تا 400cm^{-1} است. از تست DSC برای اندازه‌گیری دمای پخت استفاده شد. مدل دستگاه DSC که در پژوهشگاه رنگ ایران قرار داشت NETZSCH DSC ۲۱۴ Polyma DSC21400A-0634-L بود. تست از دمای ۲۰ تا ۲۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد با نرخ ۱۰ درجه‌ی سانتی‌گراد بر دقیقه انجام شد.

بحث و نتیجه‌گیری

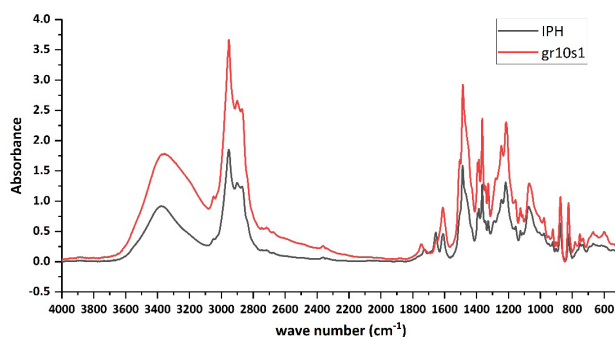
در شکل ۷ نتیجه FTIR نمونه تولید شده پاراتریشو اکتیل فنول آمده است. عدم وجود پیک در عدد موجی ۱۶۳۰ تا ۱۶۸۰ که مربوط به پیک کششی آلکن است از عدم وجود دی ایزوبوتیلن در فنول اصلاح شده، خبر می‌دهد. نقطه ذوب (۸۵ درجه‌ی سانتی‌گراد) و چگالی ماده به دست آمده نیز کاملاً با برگه اطلاعات پارا تریشو اکتیل فنول کاملاً یکسان است.

شکل ۸ FTIR رزین سنتز شده به نام IPH و رزین وارداتی به نام gr10s1 را نشان می‌دهد.

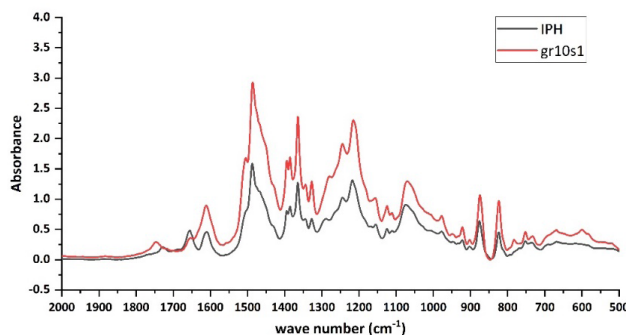
تطابق بسیار خوبی در نمودار FTIR نشان داده شد. شکل ۹ نمودار FTIR دو رزین با بزرگنمایی بالاتر و بین طول موج 400cm^{-1} تا 2000cm^{-1} نشان می‌دهد. پیک ۱۰۷۰ که نشان‌دهنده‌ی گروه متیلول انتهای زنجیرها در هر دو رزین نشان داده شده است. این پیک در نوالاک وجود ندارد و تاییدی بر رزول بودن هر دو رزین سنتزی و صنعتی است. نسبت پیک ۱۰۷۰ به ۱۴۸۵ که نشان‌دهنده گروه متیلنی است در هر دو رزین تقریباً برابر ۰/۵ است. عدم تغییر



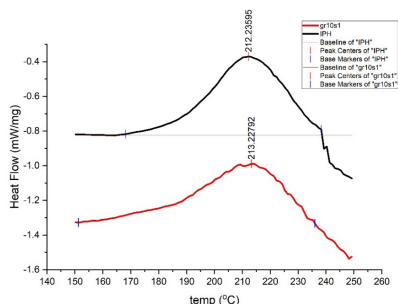
شکل ۷ FTIR پارا تریشو اکتیل فنول



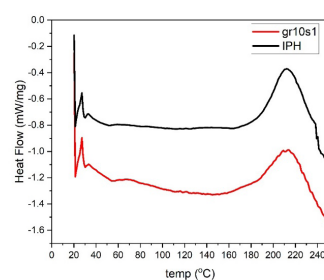
شکل ۸ FTIR دو رزین صنعتی و ساخته شده



شکل ۹ FTIR دو رزین تولید شده و صنعتی با بزرگنمایی بیشتر



شکل ۱۱ نمودار پیک پخت DSC دو رزین صنعتی و ساخته شده



شکل ۱۰ آزمون DSC دو رزین صنعتی و ساخته شده

منابع

- [1] I. Franta, *Elastomers and Rubber Compounding Materials: Manufacture, Properties and Applications*, Amsterdam: Elsevier, 1989.
- [2] M. Alger, *Polymer Science Dictionary*, Amsterdam: Springer Netherlands, 2017.
- [3] S. Charoen Nakason, "Effect of vulcanization systems on properties and recyclability of dynamically cured epoxidized natural rubber/polypropylene blends," *Polymer Testing*, vol. 27, p. 12, October 2008.
- [4] P. Roselena Faez, "A conductive elastomer based on EPDM and polyaniline II. Effect of the crosslinking method," *European Polymer Journal*, vol. 38, p. 5, 2002.
- [5] L. Pilato, *Phenolic Resins: A Century of Progress*, London: Springer, 2010.
- [6] G. IVAN, "A new activation system for resin curing of butyl rubber," *Acta polymer*, vol. 32, p. 5, 1998.
- [7] L. Sandra R. Scagliusi, "Radiation-induced degradation of butyl rubber vulcanized by three different crosslinking systems," *Radiation Physics and Chemistry*, vol. 81, p. 4, 2012.
- [8] Naba K. Dutta, "Influence of curing systems on the properties of bromobutyl rubber: Part III—Effect of different types of curing systems on the cure characteristics, physical properties and thermo-oxidative degradation characteristics," *Polymer Degradation and Stability*, vol. 36, p. 8, 1991.
- [9] M. Razzaghi-Kashani, "Physical-mechanical properties of carbon black-nanoclay composites of butyl rubber as curing bladder compounds," *Plastics, Rubber and Composites*, vol. 44, p. 7, 2015.
- [10] R. T. Lattimer, "The Mechanism of Phenolic Resin Vulcanization of Unsaturated Elastomers," *American Chemical Society*, vol. 1, p. 17, 1989.
- [11] K. Charoen Nakason, "Dynamic vulcanization of natural rubber/high-density polyethylene blends: Effect of compatibilization, blend ratio and curing system," *Polymer Testing*, vol. 25, p. 15, 2006.
- [12] S. Chuayjuljit, "Preparation of cardanol-formaldehyde resins from cashew nut shell liquid for the reinforcement of natural rubber," *Applied Polymer Science*, vol. 104, p. 6, 2006.
- [13] Robert E. Medsker, "PREFERRED STRUCTURE OF PHENOLIC RESIN CURATIVE FOR THERMOPLASTIC VULCANIZATE". US Patent 5952425, 14 September 1999.

پیک‌های با عدد موجی ۱۲۱۰ و ۱۳۶۵ و ۲۹۶۰ که به ترتیب نشان‌دهنده‌ی $C=C$ کششی و $C-H$ ارتعاشی و $C-H$ کششی هستند، نشان‌دهنده‌ی واکنش تراکمی فرمالین با فنول اصلاح‌شده تنها از طریق جایگزینی متیلول‌ها انجام می‌شود. وجود پیک‌هایی با عدد موجی ۱۴۹۰ و ۸۷۰ نشان‌دهنده‌ی وجود پیوند متیلنی در جایگاه ارتوی حلقه‌ی فنول اصلاح شده است.

در شکل ۱۰ تست DSC دو رزین ساخته شده و صنعتی از دمای ۲۰ تا ۲۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد با نرخ ۱۰ درجه‌ی سانتی‌گراد بر دقیقه نشان داده شده است.

تطابق بسیار عالی در نمودار DSC مشاهده می‌شود. برای بررسی پیک پخت نمودار DSC بزرگمایی بیشتر در شکل ۱۱ آمده است.

مساحت زیر پیک پخت برای رزین صنعتی ۱۴/۶ ژول بر گرم و برای رزین تولید شده برابر ۱۲/۶ ژول بر گرم است که تطابق نسبتاً خوبی دارد. قله‌ی پیک پخت رزین سنتز شده برابر ۲۱۳/۲ درجه‌ی سانتی‌گراد و برای رزین صنعتی ۲۱۲/۲ درجه‌ی سانتی‌گراد است.

نتیجه‌گیری

رزین تولید شده تطابق خوبی با رزین وارداتی از کشور چین داشت. پیک قله پخت هر دو رزین بسیار نزدیک به هم و گرمای آزاد شده که نشان‌دهنده‌ی تعداد گروه متیلول و توانایی ایجاد مقدار چگالی اتصال عضوی در لاستیک بوتیل است، بسیار نزدیک هم درآمد. نمودارهای FTIR هم نشان داد که واکنش تراکمی بین متیلول‌ها انجام می‌شود و تاییدی بر ساخت مناسب پارا ترشیو اکتیل فنول است. علاوه بر این FTIR نشان داد تمام گروه‌های متیلنی در موقعیت ارتوی حلقه‌ی فنول اصلاح شده قرار دارند و این نیز تاییدی بر ساخت درست ماده‌ی اولیه این رزین است.

مروری بر مواد و ساخت فناوری الکترونیسی برای کاربرد الکترونیسی باتری‌های تمام حالت جامد

پویا احمدخانی pouyaa@aut.ac.ir

نیلوفر محمدی niloofar_m@aut.ac.ir

مقدمه

با توجه به محدودیت و آلودگی انرژی‌های فسیلی، توسعه انرژی‌های پاک شتاب گرفته است که منجر به افزایش تقاضا برای سامانه‌های ذخیره انرژی می‌شود. در میان سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی، باتری‌های فلزی لیتیومی (LMBS) بدلیل چگالی انرژی بالا، تقاضای رو به رشدی برای استفاده در دستگاه‌های الکترونیکی، وسایل نقلیه الکترونیکی، شبکه‌های هوشمند و دستگاه‌های زیست‌پزشکی داشته‌اند [۱]. با این حال، خطرات اشتعال‌پذیری و نشت ناشی از رشد الکترونیسی آلی و دندریت لیتیوم در LMBها کاربرد عملی آن‌ها را محدود کرده است [۲]. در مقایسه با LMBهای معمولی، باتری‌های لیتیوم فلزی تمام حالت جامد (ASLMB) دارای مزایای زیر هستند: (۱) ایمنی بالاتر، (۲) چگالی انرژی بالاتر، (۳) محدوده دمای عملیاتی گسترده‌تر [۳]. ترکیب و ساختار الکترونیسی‌های حالت جامد (SES) به‌عنوان وسیله‌ای برای انتقال یون لیتیوم، نقش مهمی در ظرفیت شارژ/دشارژ، چرخه عمر و ایمنی بازی می‌کنند [۴]. وظیفه اصلی SEها انتقال یون‌های لیتیوم و جداکننده برای جلوگیری از انتقال الکترون است که می‌تواند تخلخل باتری را کاهش دهد [۵]. علاوه بر این، استفاده از SEها از الکترونیسی مایع فرار و قابل اشتعال جلوگیری می‌کند و همچنین

می‌تواند رشد دندریت‌های لیتیوم را سرکوب کند، بنابراین ایمنی را تا حد زیادی بهبود می‌بخشد [۶]. بنابراین، رویکرد اصلی تحقیق و توسعه SEهای پیشرفته با هدایت یونی عالی، مقاومت سطحی کم بین الکترونیسی و الکترون و پایداری بالای آن است [۷، ۸].

SE اساساً به الکترونیسی پلیمری جامد (SPE) و الکترونیسی سرامیکی جامد (SCE) تقسیم می‌شود. بطور کلی، رسانایی لیتیوم-یون SPE در دمای اتاق کم است، در حالی که SCEها با رسانایی یون لیتیوم بالا، تماس ضعیفی با فلز Li دارند. در مقابل، الکترونیسی جامد کامپوزیت پلیمری/سرامیکی (CSE) می‌تواند این دو ویژگی رسانایی یون لیتیوم بالا و حفظ تماس سطحی خوب را نشان دهد [۹].

نانومواد با سطح ویژه بزرگ و اندازه ذرات کوچک می‌توانند به کوتاه کردن فاصله انتقال بار/یون کمک کنند [۱۰]. بخصوص نانومواد تک بعدی (D1) می‌توانند انتقال الکترون/یون‌ها را در جهت طولی افزایش دهند [۱۱].

فناوری الکترونیسی به دلیل عملکرد ساده، آماده‌سازی آسان نمونه و قابلیت جفت شدن با تکنولوژی‌های دیگر، در سنتز نانوالیاف کامپوزیتی با ضخامت نازک، تخلخل بالا و انعطاف پذیری مناسب، بسیار کارآمد است [۱۲]. قطر، طول و مورفولوژی سطح

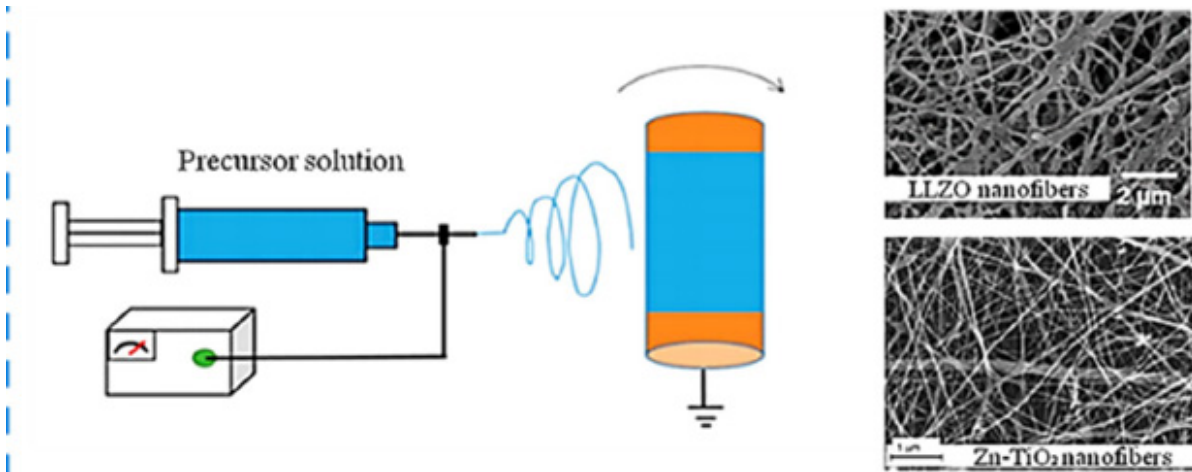
نانوالیاف را می‌توان با تنظیم مولفه‌های الکترونیسی به طور انعطاف‌پذیر کنترل کرد. علاوه بر این، الکترونیسی را می‌توان با روش‌های دیگر ترکیب کرد تا معماری‌ها و ساختارهای پیشرفته‌ای را برای SEها به دست آورد، که می‌تواند تماس سطحی را افزایش دهد و پایداری الکتروشیمیایی را هنگام تماس با فلز لیتیوم افزایش دهد [۱۳، ۱۴]. از این رو، فناوری الکترونیسی چشم‌انداز کاربردی گسترده‌ای در آماده‌سازی SE برای ASLMBها با کارایی بالا دارد [۱۵].

نانو مواد الکترونیسی شده

الکترونیسی یک فناوری ساده اما جهانی برای تولید نانوالیاف است که قابلیت عالی آن در طراحی ساختار و آماده‌سازی، عملکرد و کاربردهای آن را تا حد زیادی گسترش می‌دهد. بر اساس ترکیب نانوالیاف الکترونیسی شده، نانوالیاف تولید شده را می‌توان به دو دسته نانوالیاف تک جزئی و نانوالیاف چند جزئی تقسیم کرد. در این بخش، تهیه نانوالیاف تک جزئی و چند جزئی از طریق الکترونیسی با ساختارهای تصادفی، همراستا و (مزو) متخلخل به ترتیب معرفی می‌شود.

الیاف تصادفی

در مراحل اولیه، اکثر نانومواد تهیه شده توسط فناوری الکترونیسی متعلق



شکل ۱ الکتروریسی نانوالیاف تصادفی و تصاویر SEM نانوالیاف LLZO و نانوالیاف ۱۶- [Zn-

به طور قابل توجهی بهبود بخشید. فناوری الکتروریسی فرایندی کارآمد برای توسعه SE های نسل بعدی برای ASLMB های با کارایی بالا است.

ماتریس آلی الکتروریسی شده

SPE عمدتاً از یک ماتریس پلیمری و نمک لیتیوم و همچنین احتمالاً پرکننده های مختلف تشکیل شده است. ماتریس های پلیمری که بطور گسترده مورد بررسی قرار گرفته اند عبارتند از پلی اتیلن اکساید (PEO)، پلی پروپیلن اکساید (PPO)، پلی آکریلونیتریل (PAN)، پلی وینیلیدین فلوراید (PVDF) و نمک های لیتیوم رایج شامل LiPF_6 و LiClO_4 لیتیوم هستند. اصل انتقال Li^+ در SPE ها این است که Li^+ می تواند با گروه های قطبی در ماتریس پلیمری تعامل داشته باشد و فرایند کمپلکس-کمپلکس زدایی مداوم، Li^+ را قادر می سازد تا روی زنجیره مولکولی پلیمری منتقل شود. به دلیل خواص پلیمری، SPE ها دارای خواص مکانیکی عالی و امپدانس سطحی پایین بین الکتروده و الکترولیت هستند. برای بهبود رسانایی یونی SPEs، یکی از راه ها افزایش فعالیت زنجیره مولکولی است که با دمای انتقال شیشه ای ماتریس پلیمری نیز مرتبط است [۲۴].

در همین حال، ادغام با نانوکامپوزیت ها

الیاف متخلخل

نانوالیاف متخلخل سطح ویژه و اتصالات داخلی منافذ بالایی را نشان می دهند که می تواند عملکرد الکترودها را در باتری افزایش دهد [۱۹]. سازه های متخلخل را می توان از طریق روش های مختلف تشکیل داد. یکی از موثرترین فرآیندها استفاده از مواد فداشونده است. دو نوع معمولی از اجزای فداشونده عبارتند از مواد معدنی (سیلیکا [۲۰]، ذرات نیکل [۲۱]، و غیره) و پلیمر (پلی متیل متاکریلات (PMMA)، پلی اتیلن اکساید (PEO) و غیره) که می توانند به صورت حرارتی تجزیه یا حل شوند و تشکیل تعداد زیادی منافذ کنند [۲۲].

الکترولیت تمام حالت جامد بر اساس ساخت الکتروریسی

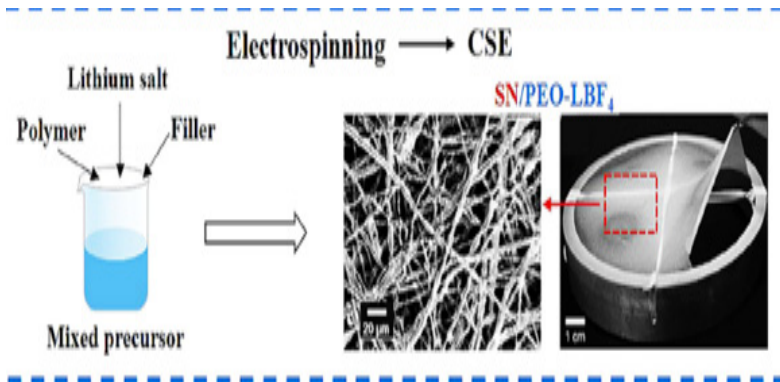
کاربرد فناوری الکتروریسی عمدتاً بر تهیه مواد رسانای انعطاف پذیر و یونی، از جمله ماتریس الکترولیت پلیمری، ماتریس الکترولیت کامپوزیت پلیمری/غیرآلی، و ماتریس نانوالیاف سرامیکی رسانای یونی پر شده با اجزای دیگر تمرکز دارد [۲۳]. با طراحی ترکیب و ساختار مواد پلیمری (و سرامیکی) از طریق فناوری الکتروریسی، هدایت یونی و پایداری CSE ها را می توان

به نانوالیاف تک جزئی هستند. فو و همکاران [۱۶] از محلول نمک به همراه پلی وینیل پیرولیدون (PVP) استفاده نمودند و با الکتروریسی آن به نانو الیاف های اتفاقی تک جزئی دست یافتند. نانوالیاف یک ساختار سه بعدی جوش داده شده به یکدیگر می سازند که مسیر انتقال یون لیتیوم و چارچوب ساختاری را برای تقویت ماتریس پلیمری فراهم می کند، شکل ۱.

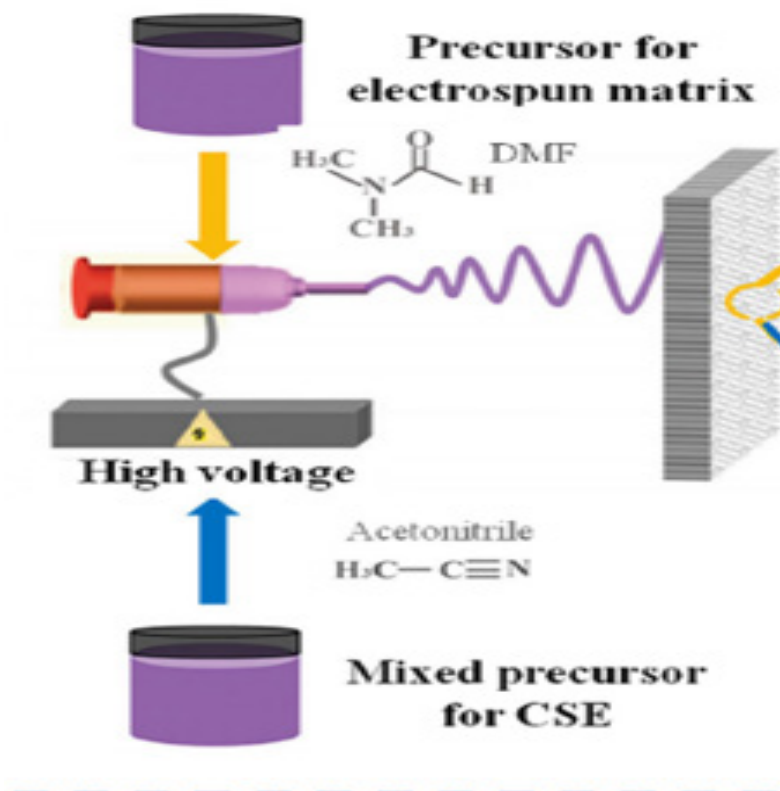
با این حال، این نانوالیاف تولید شده دارای معایب مختلفی مانند تک جزئی بودن، خواص مکانیکی نسبتاً ضعیف و نرخ تخریب ناپایدار هستند. در مقایسه با نانوالیاف تک جزئی، نانوالیاف چند جزئی خواص مکانیکی و الکتروشیمیایی بسیار بالایی دارند.

الیاف همراستا

نانوالیاف الکتروریسی معمولاً در ساختار تصادفی هستند که همسانگردی و خواص مکانیکی ضعیف کاربرد آن ها را محدود کرده است. اخیراً توجه زیادی به ساخت نانوالیاف منظم با معماری پیشرفته صورت گرفته است. نانوالیاف منظم را می توان با الکتروریسی با الکتروده موازی، الکتروده الگویی، ریسیدن مغناطیسی، شفت دوار و غیره تولید کرد [۱۷، ۱۸].



شکل ۲ روش تک مرحله ای برای سنتز CSE و تصویر [30] CSE, SN/PEO-



شکل ۳ دو نوع ساختار ماتریس پلیمری ترکیبی CSE با دو جزئی [۳۱]

می‌یابد. نشان داده شد که PEO به خوبی با PC در CSE تولید شده ترکیب شده است. شگفت‌آور بود که بالاترین رسانایی CSE دارای کمترین غلظت PEO و بالاترین نسبت نمک لیتیوم تا 5×10^{-3} S/cm بود که ۲۹ برابر بیشتر از الکترولیت جامد با ترکیب شیمیایی مشابه بود. با این حال، خواص مکانیکی CSE به وضوح با افزودن PC کاهش یافت.

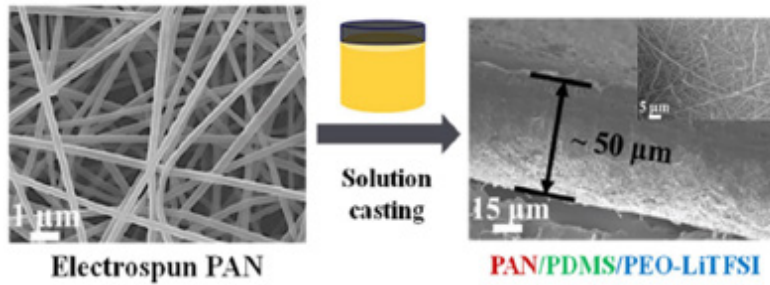
فعال برای الکتروریسی است، شکل ۲. بنی طب و همکاران [۳۰] همچنین یک CSE متشکل از $PEO, LiClO_4$ و کربنات پروپیلن (PC) از طریق الکتروریسی تهیه کردند، شکل ۲. قطر نانوالیاف با کاهش غلظت PEO کاهش یافت. در مقابل، طیف‌سنجی امپدانس الکتروشیمیایی نشان داد که هدایت لیتیوم-یون و مدول یانگ / CSE, PC/PEO - با کاهش محتوای PEO افزایش

نیز روشی موثر برای افزایش خواص الکتروشیمیایی SPE و تنظیم رسوب یکنواخت یون‌های لیتیوم در نظر گرفته می‌شود [۲۵]. معرفی نانوکامپوزیت‌ها، به عنوان مثال، نانوذرات، نانوسیم‌ها و شبکه‌های نانوالیافی، می‌تواند عملکرد ASLMBها را بهبود بخشد [۲۶]. به طور خاص، شبکه نانوالیافی به دلیل ساختار سه بعدی منحصر به فرد خود به عنوان اسکلت پشتیبان برای بهبود خواص مکانیکی الکترولیت و ایجاد کامپوزیت بین مواد مختلف یکنواخت‌تر، در نتیجه پایداری الکتروشیمیایی را افزایش داده است [۲۷]. همچنین، نرم‌کننده‌ها را می‌توان در فرایند الکتروریسی برای نرم کردن زنجیره مولکولی پلیمر به منظور افزایش دینامیک بخش اسکلت پلیمری اضافه کرد [۲۸]. به جز نرم‌کننده‌ها، ترکیب سایر پرکننده‌های معدنی نیز می‌تواند کانال‌های بیشتری را در ماتریس پلیمری تشکیل و ساختار آن را تثبیت کند و چرخه عمر را افزایش دهد.

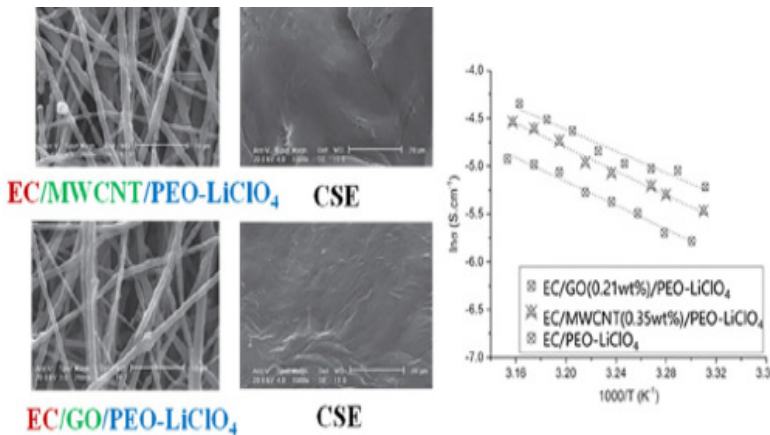
ترکیب تک‌جزئی

هافنر و همکاران ثابت کردند که الکتروریسی باعث ارتقای عملکرد SPE می‌شود. [۲۹]. آن‌ها یک LMB حالت جامد را با استفاده از فناوری الکتروریسی و همگام‌سازی الکترواسپری با PEO و حل شده در استونیتریل طراحی کردند. رسانایی یونی این فیلم در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد S/cm و در دمای اتاق S/cm بود. هنگامی که به عنوان SE برای LMBها استفاده می‌شود، SPE آماده شده می‌تواند در تماس خوبی با آند فلز لیتیوم بدون حلال اضافی باشد. این روش امکان غلبه فناوری الکتروریسی بر چالش‌های امپدانس و انبساط سطحی را نشان می‌دهد.

SEها بر اساس دو مرحله به دست می‌آیند: (۱) آماده‌سازی اسکلت پلیمری با الکتروریسی و (۲) اضافه کردن جزء فعال به اسکلت الکتروریسی شده برای بدست آوردن CSE از طریق ریخته‌گری محلولی. یک راه ساده‌تر، ساختن محلول مخلوط ماتریس و جزء



شکل ۴ تصویر SEM، CSE های [۳۱] PAN/PDMS/PEO-LiTFSI



شکل ۵ تصاویر SEM از نمودار CSE های EC/MWCNT/PEO-، EC/GO/PEO- و نودار آرنیوس برای CSE ها با پرکننده های مختلف [۳۳]

نتیجه گیری

به طور خلاصه، الکتروریسی، به عنوان یک فناوری ساده و کارآمد برای تهیه نانومواد تک بعدی (1D) به طور گسترده در تهیه الکترولیت‌های حالت جامد (SEs) برای باتری‌های فلزی لیتیومی (ASLMBs) استفاده شده است. ابتدا، الکتروریسی همراه با روش‌های دیگر می‌تواند برای تهیه نانومواد با مورفولوژی‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرد و مشکلات تماس سطحی ضعیف و پایداری الکتروشیمیایی ناکافی SE با فلز لیتیوم را با طراحی ساختاری و ترکیبی مناسب حل کند. دوم، نانومواد الکتروریسی شده به دلیل ساختار یک بعدی منحصر به فرد خود معمولاً دارای استحکام مکانیکی خوب و سطح ویژه بالایی هستند که می‌تواند مسیر انتشار یون‌های لیتیوم را کوتاه و عملکرد الکتروشیمیایی باتری‌ها را بهبود بخشد. سوم، الکتروریسی مزایای زیادی در تهیه

مکانیکی و خواص الکتروشیمیایی فیلم‌های الکتروریسی شده بررسی کردند، شکل ۵. MWCNT می‌تواند به عنوان یک ماده پوشش فعال روی الکتروده برای افزایش رسانایی الکترونی استفاده شود [۳۴]. اما در اینجا MW-CNT و GO به CSE ها اضافه شدند تا ناحیه آمورف PEO را افزایش دهند که منجر به افزایش رسانایی یونی CSE ها می‌شود. همچنین اتصال MW-CNT ها نمی‌تواند کانال‌های رسانای الکترون پیوسته را تشکیل دهد بنابراین نمی‌تواند رسانایی الکترونی CSE ها را افزایش دهند. مدول الاستیک الکترولیت با افزودن مقدار کمی از MWCNT و GO افزایش یافت و انرژی فعال سازی MWCNT و GO حدود ۱۰ مرتبه کاهش یافت وقتی که نرخ نگهداری ظرفیت افزایش یافت.

اثرات افزودن اجزای بیشتر به SE ها بر عملکرد الکتروشیمیایی LMB ها مانند پرکننده‌های دو جزئی CSE ها نیز مورد مطالعه قرار گرفته است. برای ساخت این CSE ها، ماتریس پلیمری ابتدا بصورت الکتروریسی به یک ماتریس نانو ساختار تبدیل و سپس با افزودن پلیمرهای دیگر اصلاح می‌شود، شکل ۳.

گائو و همکاران [۳۱] یک CSE انعطاف پذیر با ضخامت حدود ۵۰ میکرومتر، متشکل از غشای نانوالیاف PAN الکتروریسی شده با ساختار شبکه سه بعدی، ماکرومولکول پلی دی متیل سیلوکسان انعطاف پذیر (PDMS) و پلیمر PEO را گزارش کردند، شکل ۴. نتایج نشان داد که انتخاب زنجیره‌های مولکولی PDMS با انعطاف پذیری بالا، انرژی انتقال شیشه بسیار کم و حجم آزاد زیاد برای بهینه‌سازی مسیر انتقال Li^+ و بهبود سازگاری رابط بین الکترولیت و الکتروده مفید بود. شبکه نانو ساختار سه بعدی غشای PAN نه تنها برهمکنش بین زنجیره‌های مولکولی پلیمری مجاور را ارتقا داد، بلکه خواص مکانیکی CSE را برای مهار رشد دندریت لیتیوم بهبود بخشید. علاوه بر این، اثر هم افزایی PDMS و CSE را با رسانایی عالی Li^+ و پایداری الکتروشیمیایی فعال کرد.

بنی‌طبا و همکاران [۳۲] PC، PEO، اتیلن کربنات (EC) و را در استونیتریل به عنوان محلول اولیه برای الکتروریسی برای ساخت PC/EC/PEO-LiClO₄ CSE، برای ساخت PC/EC/PEO-LiClO₄ CSE، اثرات غلظت‌های مختلف نرم‌کننده (PC/EC) و جهت‌گیری فیبر در هدایت یونی را مورد مطالعه قرار دادند. در مقایسه با PC، EC می‌تواند یون‌های آزاد را افزایش دهد، انرژی فعال سازی را کاهش دهد و رسانایی یون لیتیوم الکترولیت را بهبود بخشد. آنان [۳۳] همچنین CSE مبتنی بر EC/PEO را مورد مطالعه قرار داد و اثرات نانولوله‌های کربنی چند جداره (MWCNT) و اکسید گرافن (GO) را بر مورفولوژی، خواص

منابع

- C. Heubner, T. Liebmann, K. Voigt, M. Weiser, B. Matthey, N. Junker, C. Lammel, M. Schneider, A. Michaelis, *ACS Appl. Mater. Interfaces* 10 (2018) 27019–27029.
- W.D. Li, B.H. Song, A. Manthiram, *Chem. Soc. Rev.* 46 (2017) 3006–3059.
- B. Wang, M. Tang, Y.C. Wu, Y. Chen, C. Jiang, S.M. Zhuo, S.L. Zhu, C.L. Wang, *ACS Appl. Energy Mater.* 2 (2019) 5909–5916.
- A. Pearse, T. Schmitt, E. Sahadeo, D.M. Stewart, A. Kozen, K. Gerasopoulos, A.A. Talin, S.B. Lee, G.W. Rubloff, K.E. Gregorczyk, *ACS Nano* 12 (2018) 4286–4294.
- H.L. Guo, H. Sun, Z.L. Jiang, J.Y. Hu, C.S. Luo, M.Y. Gao, J.Y. Cheng, W.K. Shi, H.J. Zhou, S.G. Sun, *ACS Appl. Mater. Interfaces* 11 (2019) 46783–46791.
- T. Li, X.-Q. Zhang, P. Shi, Q. Zhang, *Joule* 3 (2019) 2647–2661.
- A. Mauger, C.M. Julien, A. Paoletta, M. Armand, K. Zaghib, *Materials* 12 (2019) 3892.
- R.J. Chen, W.J. Qu, X. Guo, L. Li, F. Wu, *Mater. Horiz.* 3 (2016) 487–516.
- Q.-H. Li, C. Xu, B. Huang, X. Yin, *Rare Met.* 39 (2020) 1092–1098.
- B. Hou, M. Sohn, Y.-W. Lee, J.C. Zhang, J.I. Sohn, H. Kim, S.N. Cha, J.M. Kim, *Nano Energy* 62 (2019) 764–771.
- Q.F. Zhang, E. Uchaker, S.L. Candelaria, G.Z. Cao, *Chem. Soc. Rev.* 42 (2013) 3127–3171.
- G.Y. Wang, Q.L. Ma, J. Tian, L.B. Fan, D. Li, X.T. Dong, W.S. Yu, J.X. Wang, G.X. Liu, *RSC Adv.* 9 (2019) 206–214.
- X.Y. Li, F.F. Wang, Q.R. Qian, X.P. Liu, L.R. Xiao, Q.H. Chen, *Mater. Lett.* 66 (2012) 370–373.
- X.Y. Li, Y.M. Chen, Q.R. Qian, X.P. Liu, L.R. Xiao, Q.H. Chen, *J. Lumin.* 132 (2012)

فیلم های انعطاف پذیر برای SE دارد. از این رو، این یک رویکرد امیدوارکننده برای تجاری سازی ASLMB های انعطاف پذیر است. از نظر آمیزه سازی، ترکیب مواد پلیمری و سرامیکی یک سازوکار ساده برای فعال کردن SE های پیشرفته با سطح تماس های کنترل شده خوب در هنگام تماس با فلز لیتیوم است. و از نظر ساختار، ساختار منظم و متخلخل ماتریس SE می تواند کانال های Li^+ بیشتری را برای تولید SE با رسانایی یونی بالا فراهم کند. تعداد کمی از SE های مرکب می توانند رسانایی یونی بالایی در حد دردمای اتاق نشان دهند. با کمال تعجب استفاده از یک ماتریس معدنی الکترونیسی شده همتراز با SE ها می تواند ASLMB هایی با کارایی بالا را تشکیل دهد. علاوه بر استفاده برای وسایل نقلیه الکترونیکی و شبکه هوشمند ASLMB با ایمنی بالا می تواند در دستگاه های زیست پزشکی قابل کاشت نیز استفاده شود تا انرژی الکتریکی ایمن، قابل اعتماد و پایدار برای ضربان سازهای قلبی، پمپ های دارو، محرک های عصبی، دستگاه های کمکی/جایگزین قلب و دفیبریلاتورهای (الکتروشوک) قلبی باشند.

- S. Hafner, H. Guthrey, S.-H. Lee, C. Ban, J. Power Sources 431 (2019) 17–24.
- S.N. Banitaba, D. Semnani, B. Rezaei, A.A. Ensafi, Polym. Int. 68 (2019) 746–754.
- L. Gao, J.X. Li, B. Sarmad, B.W. Cheng, W.M. Kang, N.P. Deng, Nanoscale 12 (2020) 14279–14289.
- S.N. Banitaba, D. Semnani, E. Heydari-Soureshjani, B. Rezaei, A.A. Ensafi, Solid State Ionics 347 (2020) 115252.
- S.N. Banitaba, D. Semnani, E. Heydari-Soureshjani, B. Rezaei, A.A. Ensafi, Polym. Int. 68 (2019) 1787–1794.
- B.X. Li, S.J. Zhan, H.L. Wang, B. Hou, G.A.J. Amaratunga, Adv. Mater. Technol. 5 (2020) 2000372.
- 81–85.
- R. Sahay, P.S. Kumar, R. Sridhar, J. Sundaramurthy, J. Venugopal, S.G. Mhaisalkar, S. Ramakrishna, J. Mater. Chem. 22 (2012) 12953–12971.
- K.K. Fu, Y.H. Gong, J.Q. Dai, A. Gong, X.G. Han, Y.G. Yao, C.W. Wang, Y.B. Wang, Y.N. Chen, C.Y. Yan, Y.J. Li, E.D. Wachsmann, L.B. Hu, Proc. Natl. Acad. Sci. USA 113 (2016) 7094–7099.
- D. Li, Y.L. Wang, Y.N. Xia, Nano Lett. 3 (2003) 1167–1171.
- Z. Zheng, L. Gan, H.Q. Li, Y. Ma, Y. Bando, D. Golberg, T.Y. Zhai, Adv. Funct. Mater. 25 (2015) 5885–5894.
- X. Mao, T.A. Hatton, G.C. Rutledge, Curr. Org. Chem. 17 (2013) 1390–1401.
- D. Nan, J.-G. Wang, Z.-H. Huang, L. Wang, W. Shen, F. Kang, Electrochem. Commun. 34 (2013) 52–55.
- Y. Chen, Z. Lu, L. Zhou, Y.W. Mai, H. Huang, Nanoscale 4 (2012) 6800–6805.
- Y. Chen, X. Li, X. Zhou, H. Yao, H. Huang, Y.W. Mai, L. Zhou, Energ. Environ. Sci. 7 (2014) 2689–2696.
- Y. Meesala, A. Jena, H. Chang, R.-S. Liu, ACS Energy Lett. 2 (2017) 2734–2751.
- Y.J. Li, C.Y. Fan, J.P. Zhang, X.L. Wu, Dalton Trans. 47 (2018) 14932–14937.
- M. Eom, S. Son, C. Park, S. Noh, W.T. Nichols, D. Shin, Electrochimica Acta 230 (2017) 279–284.
- L. Chen, Y. Li, S.-P. Li, L.-Z. Fan, C.-W. Nan, J.B. Goodenough, Nano Energy 46 (2018) 176–184.
- L. Chen, L.Z. Fan, Energy Storage Mater. 15 (2018) 37–45.
- Y. Jiang, X.M. Yan, Z.F. Ma, P. Mei, W. Xiao, Q.L. You, Y. Zhang, Polymers 10 (2018) 1237.

توانمندی مهندسين پليمير و رنگ و شناسايي دستگاهي گرانروي سنجي محلول‌هاي رقيق، ابزار واجب يك متخصص پليمير

محدثه اميني m.amini1377@aut.ac.ir

زهرا مصطفي‌لو zahramosi96@aut.ac.ir

مقدمه

دانشجو، فارغ التحصيل، متخصص يا محقق؛ تفاوتی ندارد چه بلندایی از اين قله مرتفع را تاکنون طی کرده‌ايد. تمايز آشکار کوچک مولکول‌ها و درشت مولکول‌ها را از بدو ورود به اين رشته دست کم یکبار شنیده‌ايد و می‌دانيد؛ وزن مولکولی متغير. اگر وزن مولکولی آب را از ما بپرسند با پاسخ‌های یکسانی مواجه می‌شوند اما اين سوال که «وزن مولکولی پلی استايرن چند گرم بر مول است؟» پاسخ روشنی ندارد و اتفاقاً از آن دست سوالاتی است که با سوال جواب داده می‌شود «کدام پلی استايرن؟ برای چه کاربرد؟ با چه درجه پليمريزاسیونی؟». دشواری موضوع به همین تنوع بسنده نمی‌کند بلکه در هر پروژه بنا بر نیاز و هدف باید بدانيم کدام وزن مولکولی پليمير مد نظر است؛ وزن مولکولی عددی، وزنی، ویسکوزيته و يا وزن مولکولی Z. اين اوزان با روابط ویژه‌ای که تاکنون ارائه شده است قابل تبدیل به یکدیگر هستند.

اولین گام در شناسایی پليمري که با آن سر و کار داريد دانستن وزن مولکولی آن است.

اين مشخصه کلیدی، همان چیزی است که تمام گام‌های بعدی پروژه به آن بستگی دارد؛ فرایندپذیری پليمير، استحکام مذاب، خواص فیزیکی مکانیکی، رفتار رئولوژیکی، میزان تخلخل و بسیاری از رفتارهای دیگر پليمري همگی به وزن مولکولی آن

وابسته است. از این رو ابزارهای زیادی برای تعیین وزن مولکولی پليميرها ارائه شده و در دسترس است که هر کدام از آن‌ها قادر به تعیین نوع خاصی از وزن مولکولی (عددی، وزنی، ویسکوزيته، Z) هستند. از معروف‌ترین این ابزار می‌توان به GPC (کروماتوگرافی ژل تراوایی)، شناسایی گروه‌های انتهایی و DSV (گرانروي سنجي محلول رقيق) اشاره کرد که مورد آخر برتری‌های ویژه‌ای نسبت به سایر موارد دارد.

آزمون گرانروي سنجي محلول رقيق

ایده اولیه توسط دو دانشمند به نام‌های آبلود و استوالد مطرح شد. مبنای کار، اندازه‌گیری زمان سقوط حلال و محلول در طی گام‌های مختلف از یک لوله مویین بود. سامانه متشکل از حمام آب مقطر، کنترلر دما و شیشه‌ای دو شاخه (ویسکومتر استوالد- ویسکومتر U-tube) یا سه شاخه (ویسکومتر آبلود یا آبلهود) است که یکی از این شاخه‌ها لوله مویین است. ویسکومتر استوالد برای سیالات با گرانروي پایین تا متوسط با چگالی معین است. در حالی که ویسکومتر آبلود برای سیالات با گرانروي بالا طراحی شده است. البته ویسکومتر آبلود در اندازه‌گیری گرانروي محلول‌های با گرانروي متوسط هم نتایج قابل قبولی ارائه می‌دهد، از این رو استفاده از آن بیشتر رواج دارد و در مطالب بعدی این نوشته مقصود از

ویسکومتر، همان ویسکومتر آبلود خواهد بود. وزن مولکولی ارائه شده با آزمون DSV وزن مولکولی ویسکوزيته خواهد بود که به کمک روابط موجود در مراجع و متون علمی، قابل تبدیل به سایر اوزان مولکولی خواهد بود.

چرا گرانروي سنجي محلول رقيق

تقریباً وزن مولکولی هر گرمانرمی را به همراه گرانروي ذاتی آن می‌توان از این آزمون به دست آورد و سامانه در عین سادگی نتایج مفید و دقیقی ارائه می‌کند. در این روش برای دانستن جرم مولکولی تنها به چند میلی گرم از نمونه در چند سی سی از حلال نیاز داريد و همین عدم نیاز به حجم بالای نمونه و حلال، به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است. رسم نتایج در اکسل انجام می‌شود و به نرم افزار تخصصی مهندسی خاصی نیازی نیست. گرانروي ذاتی، مشخصه دیگری است که از این آزمون به دست می‌آید و حجمی از پليمير است که به ازای جرم واحد از آن در یک محلول اشغال می‌شود و واحد آن معمولاً به شکل dl/g (دسی لیتر بر گرم) گزارش می‌شود. پس می‌توان گفت به نوعی این مشخصه معکوس چگالی مولکولی است و از گرانروي سینماتیک با واحد پاسکال ثانیه متفاوت است. به عبارتی می‌توان گفت که گرانروي ذاتی توانایی پليمير محلول را در افزایش گرانروي محلول نشان می‌دهد.

فواید مهم تعیین گرانی ذاتی

گرانروی ذاتی مشخصه اصلی است که به طور مستقیم از اندازه گیری‌های DSV به دست می‌آید. این مشخصه به کمک معادله مارک هاوینگ و ثوابت k و α به جرم مولکولی ویسکوزیته پلیمری (M_v) مرتبط می‌شود:

$$[\eta] = KM_v^\alpha$$

ثوابت k و α ثوابت مارک هاوینگ بوده و برای هر پلیمر در یک دمای معین (که معمولاً دمای اتاق است) در متون علمی گزارش شده‌اند. در نهایت نیز با داشتن روابط معینی می‌توان از طریق وزن مولکولی ویسکوزیته، وزن مولکولی عددی و وزن مولکولی وزنی را نیز به دست آورد.

گرانروی ذاتی علاوه بر این با رابطه زیر به شعاع ژیراسیون مرتبط شده و معیاری از سایز زنجیرها در اختیار می‌گذارد. لذا از این طریق می‌توان از اندازه گیری DLS (تفرق نور پویا) نیز بی‌نیاز شد.

$$[\eta]M = \phi R_g^2$$

در این رابطه منظور از M وزن مولکولی عددی است و مقداری ثابت برابر با $1.021 \times 10^3 \text{ dl/mol.cm}^3$ است.

روش اندازه‌گیری

پیش از هرچیز باید محلولی از پلیمر مد نظر در حلال خوب آن تهیه کنید. اگر انتظار دارید وزن مولکولی حدودی پلیمر شما بالای ۱۰۰ هزار مول بر گرم باشد، باید غلظت محلولی که تهیه می‌کنید یک درصد وزنی و اگر وزن مولکولی حدودی مورد انتظارتان بین ۵۰ هزار تا ۱۰۰ هزار است باید محلول ۳ درصد وزنی برای آزمایش تهیه کنید. به همین نسبت اگر حدود وزن مولکولی از ۵۰ هزار پایین‌تر باشد غلظت محلول شما به تناسب باید بیشتر شود تا دقت لازم در

اندازه‌گیری وجود داشته باشد.

کنترلر دما در حمام آب آبلود را روشن و آن را روی دمای محیط (یا هر دمایی که می‌خواهید آزمایش در آن دما انجام شود) تنظیم کنید. دمای محیط در فصول سرد ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در فصول گرم سال ۳۰ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته می‌شود. به هر حال آنچه که مهم است این است که در هر دما ثوابت مارک هاوینگ دقیقاً مربوط به همان دما باید در فرمول‌ها جایگذاری شود.

بعد از آنکه حمام آب به دمای مورد نظر رسید، شیشه آبلود را به کمک پایه و گیره طوری درون حمام آب قرار می‌دهیم که هر دو خط نشان زیر سطح آب قرار بگیرند.

مقدار ۱۳ سی سی از حلال خالص را از شاخه خوراک درون شیشه می‌ریزیم و حدود ۱۰ دقیقه به حلال اجازه می‌دهیم تا با حمام آب همدمای شود. این زمان را زمان تعادل می‌نامند که برای حلال‌های فرار مثل THF باید کمتر و حدود ۷ دقیقه باشد. بعد از گذشتن زمان تعادل هوای درون پوآر را خالی کرده و آن را روی لوله موئین قرار می‌دهیم. انگشت خود را روی شاخه خلا گذاشته و حلال را به کمک پوآر از شاخه لوله موئین بالا می‌کشیم تا سطح حلال از هر دو خط نشان بالاتر بیاید. سپس ابتدا پوآر و سپس انگشت خود را از روی شاخه خلا برمی‌داریم و به مایع اجازه می‌دهیم تا سقوط کند. به محض رسیدن مایع به خط نشان اول (خط نشان بالایی) زمان‌سنج را روشن می‌کنیم و به محض رد شدن از خط نشان دوم تایمر را متوقف می‌کنیم. این اندازه‌گیری را آنقدر تکرار می‌کنیم که اختلاف دو زمان متوالی از ۲/۰ ثانیه کمتر باشد. در نهایت زمان‌های اندازه‌گیری شده را میانگین گرفته و به شکل یک زمان واحد گزارش می‌کنیم که این زمان t_0 نام دارد.

مقدار ۲ سی سی از محلولی را که از قبل آماده کرده بودیم به کمک پیپت از شاخه خوراک وارد شیشه می‌کنیم. با هربار اضافه کردن محلول به محتویات داخل شیشه باید به کمک پوآر محتویات

را هم بزنییم تا غلظت در همه جای مخزن شیشه یکسان شود. برای انجام این کار هوای درون پوآر را خالی کرده و آن را روی شاخه خوراک می‌گذاریم. با پر و خالی کردن پوآر هوا وارد مخزن شده و ایجاد حباب‌های ریز باعث هم خوردن مخلوط می‌شود. سپس همان زمان تعادلی که در مرحله دوم به حلال دادیم به مخلوط حاصل می‌دهیم تا کامل با محیط آب همدمای شود و مشابه مرحله قبل زمان سقوط محلول را اندازه می‌گیریم و آن را t_1 می‌نامیم.

مجدد ۲ سی سی از محلول اضافه کرده و همین کار را تا به دست آوردن ۴ الی ۵ زمان انجام می‌دهیم (یعنی در نهایت باید ۶ الی ۸ سی سی از محلول به مخزن شیشه آبلود اضافه کرده باشیم). در این مرحله محتویات داخل شیشه را خالی کرده و آن را برای مصارف بعدی شستشو می‌دهیم.

نسبت زمان سقوط محلول در غلظت‌های مختلف به زمان سقوط حلال خالص (t/c) برابر گرانروی نسبی (η_r) در هر غلظت خواهد بود. همین مقدار را اگر از عدد ۱ کم کنیم، گرانروی ویژه (η_{sp}) بدست می‌آید. لذا این دو مشخصه برای هر غلظت به دست می‌آید. سپس دو نمودار $\ln \eta_r / C$ و η_{sp} / C را بر حسب غلظت (C) رسم کنید. اگر اندازه‌گیری شما دقیق باشد، باید مطابق دو رابطه زیر عرض از مبدا دو نمودار تقریباً نزدیک به همدیگر باشد و تنها در رقم دوم یا سوم اعشار متفاوت باشد. همچنین طول این نقطه باید به صفر نزدیک باشد (ترجیحاً کمتر از ۰/۱۰ باشد). میانگین این دو عرض از مبدا گرانروی ذاتی را به شما نشان خواهد داد.

$$\ln \eta_r / C = [\eta] - k'[\eta]^2 C$$

$$\eta_{sp} / C = [\eta] + k''[\eta]^2 C$$

در صورتی که اندازه‌گیری دقیقی داشته باشید مقدار $k' + k''$ تقریباً برابر ۰/۵ خواهد بود. اگر پلیمر شما خنثی باشد مقادیر k' و k'' مثبت هستند اما این

قاعده در مورد پلی الکترولیت‌ها صادق نیست چرا که هر دو نمودار حاصل در مورد پلیمرهای باردار یا صعودی و یا نزولی خواهند بود. یکی دیگر از راه‌هایی که به شما کمک می‌کند تا از صحت و دقت آزمون خود مطمئن شوید، بررسی R^2 خطوط برازش شده است که باید بالای ۰/۹ باشد. در نهایت با قرار دادن گرانی ذاتی در رابطه مارک هاوینگ و قرار دادن ثوابت متناظر، جرم مولکولی پلیمر به دست خواهد آمد.

نتیجه‌گیری

دانستیم که وزن مولکولی پلیمرها مشخصه منحصر به فردی است که تعیین آن به سهولت وزن مولکولی کوچک مولکول‌ها نبوده و نیازمند ابزار و آزمون‌های دقیق است و از جمله این آزمون‌ها به آزمون گرانی‌سنجی محلول‌های رقیق پلیمری اشاره کردیم. این آزمون نه تنها برای تعیین وزن مولکولی، بلکه در صورت معین بودن وزن مولکولی، با ارائه مقدار گرانی ذاتی قادر به اندازه‌گیری شعاع هیدرودینامیکی نیز خواهد بود.

منابع

- [۱] کتاب شیمی فیزیک پلیمرها تألیف دکتر ناصر محمدی
- [2] https://en.wikipedia.org/wiki/Ubbelohde_viscometer
- [3] <https://www.differencebetween.com/difference-between-ostwald-and-vs-ubbelohde-viscometers/>
- [4] <https://www.polymersolutions.com/blog/dilute-solution-viscosity/>
- [5] <https://vlab.amrita.edu/?sub=2&brch=190&sim=603&cnt=1>
- [6] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128197684000087>

گزارش



شرکت دانش‌بنیان ژرفاندیشان زیست‌بسپار

مریم مشایخی mashayekhi.m7@gmail.com

نهادهای و سازمان‌های سیاستگذار کشور نظیر وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و بنیاد ملی نخبگان در سال‌های اخیر شده است.

وجود متخصصین در زمینه‌های شیمی، مهندسی پلیمر، مواد، زیست‌شناسی، مهندسی بافت و مهندسی پزشکی ما را در شناخت هرچه بیشتر نیاز دانشگاه‌ها و موسسات پژوهشی و همچنین حوزه سلامت، محصولات دارویی و آرایشی-بهداشتی یاری نموده است. واحد تحقیقات و توسعه شرکت ژرفاندیشان فناوری زیست‌بسپار، نوآوری و انطباق با نیازهای اصلی کشور در حوزه سلامت را در دستور کار خود قرار داده است. اگرچه تهیه محصولات با فناوری‌های به‌روز دنیا، کاری سخت و دشوار است، با این وجود، لذت ارائه یک فرآورده کاربردی و بهره‌برداری کشور از یک دستاورد جدید، انگیزه لازم را به تیم تحقیقاتی ZFZ بخشیده است.

رونمایی از مواد پیشرفته پلیمری حدواسط برپایه پلی(اتیلن گلیکول) در سال ۱۳۹۸، نخستین دستگاه ترریسی ساخته شده در کشور در سال ۱۳۹۹ و دو کوچک مولکول مهم شیمیایی MTT و EDC در سال ۱۳۹۹ توسط معاون محترم علمی و فناوری ریاست جمهوری بخشی از افتخارات این شرکت است. مشتقات برپایه پلی(اتیلن گلیکول) به عنوان موادی مهم و با ارزش افزوده بالا در صنایع مختلف مانند سلولهای بنیادی و پزشکی بازساختی، مهندسی بافت، شیمی، زیست‌شناسی و ... کاربرد دارند. این مواد ارزش افزوده بالایی دارند و قیمت وارداتی آن‌ها گاهی به بیش از ۱۰ میلیون تومان به ازای ۱ گرم از آن ماده می‌رسد. بومی‌سازی و تولید این مواد تأثیری زیاد در پیشرفت علوم و صنایع گوناگون کشور دارد و منجر به بینجاری این صنایع به واردات در این حوزه شده است.



شرکت دانش‌بنیان ژرفاندیشان فناوری زیست‌بسپار (ZFZ) با هدف ساخت تجهیزات پیشرفته پزشکی و مواد شیمیایی پلیمری حد واسط و کوچک‌مولکول‌ها از سال ۹۶ شروع به فعالیت نمود. افتخار ما بهره‌گیری از دانش متخصصین جوان و بومی در حوزه‌های مختلف زیستی و مهندسی در بخش تحقیق و توسعه شرکت از یک سو و کسب عنوان یکی از شرکت‌های موثر در پیشرفت صنایع شیمیایی و پزشکی از دیدگاه انجمن‌ها و نهادهای مختلف در سال‌های ۱۳۹۸، ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ است. کسب عناوینی چون انتخاب به عنوان یکی از ۱۰۰ شرکت برتر مشتری‌مدار در سال ۱۴۰۰، نامزد یکی از ۱۰۰ مدیر برتر کارآفرین کشور در سال ۱۳۹۹، شرکت برتر پارک فناوری پردیس در سال ۱۳۹۹، انتخاب متخصص برتر پارک فناوری پردیس در سال ۱۳۹۹ و بومی‌سازی کوچک‌مولکول‌های شیمیایی و مواد پلیمری حدواسط بخشی از افتخارات ارزشمند ثبت شده در کارنامه شرکت ما است. همچنین مدیرعامل شرکت نیز موفق به کسب عناوینی نظیر یکی از سرآمد علمی کشور در سال ۱۴۰۰، عضو هیئت علمی برتر کشوری در زمینه مهندسی پلیمر، یکی از پژوهشگران جوان برجسته کشور در سال ۱۴۰۱، همکاری به عنوان استاد خبره برای ۴ سال متوالی با بنیاد ملی نخبگان و عضویت در



رونمایی از نخستین دستگاه ترریسی ساخته شده در کشور

متوالی برگزار شد و در هر دوره بنا بر تقاضا افزایش ظرفیت هم داشت، کارگاه مهندسی بافت پوست، کارگاه شیمی آلی و کارگاه مقاله نویسی از مهم‌ترین این کارگاهها هستند. همکاری با انجمن‌های علمی دانشگاهها، به ویژه انجمن علمی پلیمر دانشگاه صنعتی امیرکبیر کمک شایانی به اطلاع رسانی حداکثری این کارگاه‌ها به علاقه‌مندان کرده است. لازم به ذکر است، حضور متخصصین خیره به عنوان مدرس در این دورهها یکی از عوامل موفقیت این کارگاه‌ها بوده است. شرکت ما این ظرفیت را دارد که کارگاههای مورد نیاز دانشگاهیان را در فضای آزمایشگاهی با تجهیزات کامل و اساتید مجرب برگزار نماید.



دستگاه ترریسی نیز برای ساخت میکروالیاف پلیمری از محلول‌های پلیمری مورد استفاده قرار میگیرد. این میکروالیاف می‌تواند به صورت بیبافت یا پس از فراورش با دستگاه‌های بافندگی به صورت بافته شده به عنوان پانسمان‌های پیشرفته برای درمان زخم‌های مختلف از جمله زخم‌های عفونی، دیابت و بستر استفاده شوند.

ماده **MTT**، یکی از پرمصرف‌ترین مواد شیمیایی مورد استفاده در آزمون سمیت سلولی برای تعیین میزان سمیت سلول‌های مختلف در آزمایشگاه‌های زیستی و سلولی است. ماده تیزولیل بلوترازولیوم برمید یا همان **MTT**، یک پودر زرد رنگ برپایه نمک تترازولیوم است که در تماس با سلول‌های جانداران، وارد اندامک میتوکندری شده و پس از واکنش با آنزیم‌های میتوکندریایی به کریستال‌های نامحلول در آب با رنگ بنفش تبدیل می‌شود. غلظت این ماده بنفش رنگ می‌تواند نشانگر تعداد سلول‌ها باشد. در آزمایشگاه‌های تشخیص طبی، از این ماده می‌توان برای تعیین تعداد سلول‌های یک بافت مشخص مثلاً بافت سرطانی و تاثیر یک داروی مشخص برای از بین بردن آن سلول‌ها استفاده کرد. هم‌چنین، در آزمایشگاه‌های مورد تایید سازمان غذا و دارو و اداره تجهیزات پزشکی از این ماده برای تعیین میزان سمیت یا سلول سازگاری یک دارو یا تجهیز پزشکی استفاده می‌گردد. این ماده که تا پیش از این به عنوان یک ماده مهم همواره به صورت وارداتی در اختیار مراکز پزشکی، بیمارستانی، دانشگاهی و پژوهشگاهی قرار می‌گرفت، اکنون به صورت کامل در شرکت ما بومی‌سازی شده و برای نخستین بار به عنوان یک محصول ایرانی در دسترس پژوهشگران و اساتید محترم قرار گرفته است. این محصول که از نظر کیفیت با محصول شرکت‌های مطرح آمریکایی رقابت می‌کند، با قیمتی بسیار مناسب و پایین‌تر از محصول خارجی به فروش می‌رسد. نکته مهم دیگر در این رابطه، ساخت دستگاه نیمه‌صنعتی برای ساخت و جداسازی ماده اولیه ترکیب **MTT** است که طی قراردادی به صورت مشترک با گروه مهندسی شیمی دانشگاه علم و صنعت بود و برای نخستین بار در کشور میتوانیم با اطمینان کامل ادعا کنیم تولید یک ماده با کاربرد شهبه‌ارویی را از مواد کاملاً صنعتی و موجود در بازار کشور بومی‌سازی کردیم.

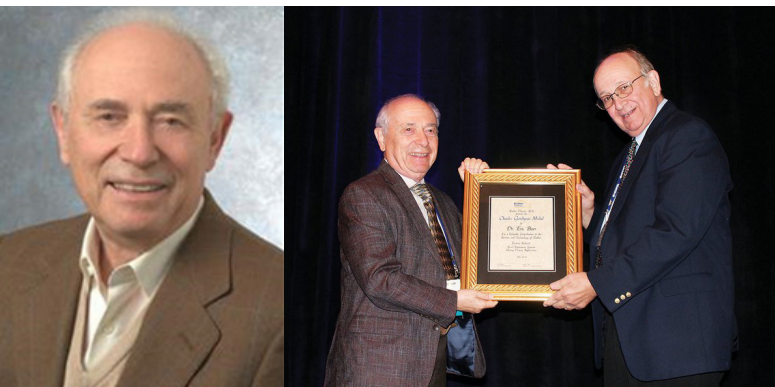
یکی دیگر از فعالیت‌های شرکت که در حوزه دانشجویی بسیار مورد استقبال قرار گرفته، برگزاری کارگاه‌های تخصصی- عملی است. تقاضای دانشجویان رشته‌های مختلف برای آموزش در حوزه مهندسی بافت و مجازی بودن کلاس‌های دانشگاه در دوره شیوع بیماری کرونا ما را بر آن داشت که کارگاه‌های عملی بین‌رشته‌ای با محوریت مهندسی بافت و زیست- شیمی برگزار کنیم که خوشبختانه با استقبال خیلی خوبی هم روبرو شد به طوری که در ۶ ماه اخیر حدود ۲۰۰ نفر از دانشجویان مقاطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا از مخاطبین اصلی این کارگاه‌ها بوده‌اند. کارگاه ساخت هیدروژل که چهار دوره



مشاهیر علم پلیمر

سجاد تجلیزاده sajadt38@gmail.com

اریک بائر



پلی‌کمی‌کال شرکت دوپونت در مرکز آزمایشی در ویلمینگتون دل‌آور پیوست. او هیچ تحصیلات قبلی یا آشنایی با رشته علوم و مهندسی پلیمر نداشت. هنگامی که در دوپونت بود، برای اولین بار جنبه‌های بسیاری از علم و مهندسی پلیمر را آموخت که عمدتاً بر روابط ساختاری و فرآورش در مقیاس کوچک متمرکز بود. این تحصیل در یک محیط صنعتی پیشرفته نقش پایه‌ای برای باقی فعالیت علمی او بازی کرد. در سال ۱۹۶۲ او به دانشکده مهندسی در موسسه فناوری کیس (که اکنون دانشگاه کیس وسترن رزرو است) پیوست. هدف او در کیس وسترن رزرو توسعه یک برنامه بزرگ در زمینه آموزش و تحقیقات پلیمری پیشرفته بود که تحت رهبری او به دپارتمان علوم ماکرومولکولی و مهندسی فعلی تبدیل شد. در حال حاضر بائر به عنوان استاد برجسته دانشگاه کیس وسترن رزرو خدمت می‌کند و دارای کرسی هربرت هنری داو در علم و مهندسی است. در حال حاضر او همچنین مدیر مرکز سیستم‌های لایه‌ای پلیمری است. طی بیست سال گذشته، بائر تیم بزرگی را در ایجاد سامانه‌های لایه‌ای پلیمری رهبری کرده است. تمرکز بر هر دو ساختار میکرو و نانولایه، الهام بخش توسعه لنزهای شاخص‌گرایان جدید و فیلم‌های دی‌الکتریک لایه‌ای برتر برای ذخیره انرژی است. امروزه، سامانه‌های لایه‌ای جدید تحت هدایت او برای استفاده در بسته‌بندی مواد غذایی، ساختارهای لایه‌ای مقاوم بالستیک و ویژگی‌های امنیتی در حال توسعه هستند.

از جوایز او می‌توان به دریافت مدال چارلز گودیر از بخش لاستیک ACS در سال ۲۰۱۸ اشاره کرد. او همچنین جایزه نوآوری جیمز ال وایت (۲۰۱۶) و ویلیام فاولر (۲۰۱۵) را بدست آورده است. وی در سال ۲۰۱۴ جایزه تحقیقاتی پل جی فلوری را در انجمن جهانی مواد پیشرفته Poly-Char دریافت و در سال ۲۰۰۰ به تالار مشاهیر پلاستیک راه یافت. او در سال ۱۹۹۶ جایزه‌های آموزش پلیمر پل جی فلوری، آکادمی علوم روسیه دکترای افتخاری (۱۹۹۳) و در سال ۱۹۹۱ جایزه آموزش بین‌المللی را از انجمن مهندسی پلاستیک دریافت کرد.

اریک بائر دانشمند و مهندس آمریکایی است که به دلیل تحقیقات و مشارکت‌های آموزشی عمده خود در علم و مهندسی پلیمر شناخته شده است. او پیشگام در درک روابط پیچیده بین ساختار حالت جامد، فرآورش و خواص مواد و سامانه‌های پلیمری است. بائر در ۱۸ ژوئیه ۱۹۳۲ در نیدر ویزل هسن در آلمان به دنیا آمد. او به عنوان تک‌فرزند در یک خانه یهودی توسط والدینش، آرتور و ارنه بائر (با نام خانوادگی کریمر) بزرگ شد. پدرش و برادر پدرش، جولپوس، صاحب یک فروشگاه پوشاک و لوازم جانبی در بوتزباخ هسن بودند که توسط نازی‌ها در حدود سال ۱۹۳۷ بسته شد. آرتور در شب ۸ نوامبر ۱۹۳۸ در جریان کریستال‌ناخت به اردوگاه کار اجباری بوخنوالد برده شد. خوشبختانه در ژوئن ۱۹۳۹ آزاد شد، زیرا خانواده اجازه مهاجرت فوری به انگلستان را دریافت کرده بودند. آن‌ها با قایق از لاهه هلند سفر کردند و در ۲۸ اوت ۱۹۳۹ به انگلستان رسیدند. خانواده به لندن برده شدند و از حمله جان سالم به در بردند. بائر در دسامبر ۱۹۴۰ به شمال به دانستیل بدفوردشایر رفتند. در سال ۱۹۵۶ بائر با آنا گلندر که هم‌شیمی‌دان و هم‌خانه‌دار بود ازدواج کرد. آنا و اریک دو فرزند به نام‌های لیزا و میشل داشتند که هر دو به ترتیب در رشته‌های حقوق و پزشکی فعالیت حرفه‌ای را دنبال کردند. آنا در سال ۱۹۹۵ پس از یک بیماری طولانی درگذشت و در سال ۱۹۹۹، بائر با پروفسور آن هیلنتر، یک همکار قدیمی، ازدواج کرد. هیلنتر، اولین استاد زن در دانشکده مهندسی دانشگاه کیس وسترن رزرو بود و در سال ۲۰۱۰ درگذشت. در سال ۲۰۱۶، بائر با جین گلابینگر ازدواج کرد. جین سال‌ها به عنوان متصدی آثار چاپی و طراحی در موزه هنر کلیولند خدمت کرد و اکنون بازنشسته شده است. تحصیلات رسمی بائر در اوایل بهار سال ۱۹۴۱ پس از نقل مکان خانواده به انگلستان در زمانی که او به سن ۹ سالگی نزدیک شد، آغاز شد. او وارد دبستان شد و در کلاس‌هایی با بچه‌های شش ساله قرار گرفت. او به سرعت مقاطع رو رد کرد و در پاییز سال ۱۹۴۲ در مدرسه گرامر دانستیل کلیسای انگلستان پذیرفته شد. در دوران تحصیل در مدرسه گرامر دانستیل بود که علاقه او به علم برانگیخته شد. بائر و والدینش در دسامبر ۱۹۴۷ به ایالات متحده نقل مکان کردند. در آن‌جا آن‌ها به تعداد زیادی از بستگانی پیوستند که این شانس را داشتند که قبل از هولوکاست و جنگ جهانی دوم آلمان را ترک کنند. بائر در سال ۱۹۴۹ از کالج شهر بالتیمور (دبیرستان) فارغ التحصیل شد. در سال ۱۹۵۱، بائر وارد مقطع کارشناسی ارشد در دانشگاه جان هاپکینز در رشته شیمی آلی شد. اولین تحقیق او بر ساخت ترکیبات میانی برای تقلید از ساختارهای حلقه‌ای فشرده طبیعی بود. پس از کسب مدرک کارشناسی ارشد در سال ۱۹۵۳، فرصتی در زمینه سینتیک انتقال حرارت سریع توسط تراکم قطره‌ای او را به خود جذب کرد و به دانشکده مهندسی دانشگاه جان هاپکینز در رشته مهندسی شیمی انتقالی گرفت. بائر در سال ۱۹۵۷ مدرک دکترای مهندسی گرفت و بلافاصله به بخش

کارل زیگلر

کارل زیگلر در ۲۶ نوامبر ۱۸۹۸ در هلسا در نزدیکی کاسل آلمان به دنیا آمد. او در مدرسه ابتدایی در کاسل بتن‌هاوزن تحصیل کرد. یک کتاب درسی مقدماتی فیزیک برای اولین بار باعث علاقه زیگلر به علم شد و به انجام آزمایشات در خانه و مطالعه فراتر از برنامه درسی دبیرستان خود واداشته شد. او همچنین از طریق پدرش به افراد سرشناس زیادی از جمله امیل آدولف فون برینگ که برای واکسن دیفتری شناخته شده بود، معرفی شد. مطالعه و آزمایشات اضافی او باعث این شد که در سال آخر دبیرستان خود در کاسل آلمان جایزه‌ای برای برجسته‌ترین دانش آموز دریافت کند. زیگلر در دانشگاه ماربورگ تحصیل کرد و بدلیل داشتن دانش گسترده توانست دو ترم اول تحصیل خود را حذف کند. با این حال، تحصیلات او قطع شد، زیرا در سال ۱۹۱۸ به عنوان سرباز به جبهه اعزام شد تا در جنگ جهانی اول خدمت کند. او دکترای خود را در سال ۱۹۲۰ دریافت کرد و زیر نظر کارل فون اوورز تحصیل کرد. پایان نامه او در مورد «مطالعات سمی‌بنزول و پیوندهای مرتبط» بود که منجر به انتشار سه مقاله شد. کارل زیگلر در سنین پایین اشتیاق به علم نشان داد. او به سرعت در مدرسه پیشرفت و در سال ۱۹۲۰ مدرک دکترا از دانشگاه ماربورگ دریافت کرد. اندکی بعد، مدت کوتاهی در دانشگاه ماربورگ و دانشگاه فرانکفورت تدریس کرد. در سال ۱۹۲۶ استاد دانشگاه هایدلبرگ شد و ده سال بعد را صرف تحقیق در مورد پیشرفت‌های جدید در شیمی آلی کرد. زیگلر پایداری رادیکال‌ها را روی کربن‌های سه ظرفیتی بررسی کرد که او را به مطالعه ترکیبات آلی فلزی و کاربرد آن‌ها در تحقیقاتش سوق داد. همچنین بر ساخت سیستم‌های حلقه چند عضوی کار کرد. در سال ۱۹۳۳، زیگلر اولین کار مهم خود را در مورد سیستم‌های حلقه بزرگ منتشر کرد.

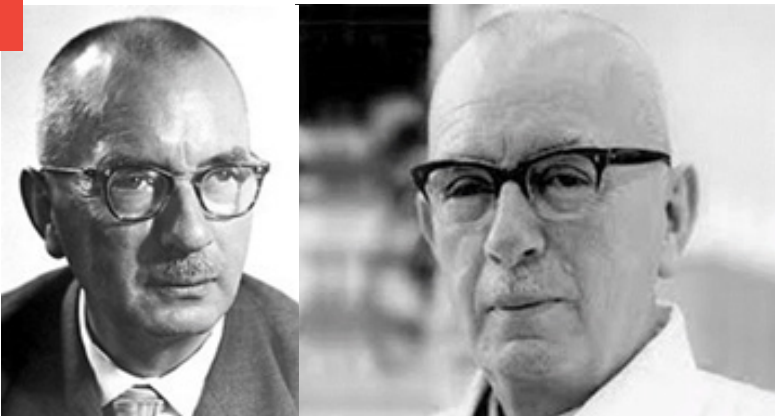
در سال ۱۹۳۶ او استاد و مدیر مؤسسه شیمی در دانشگاه «هال سال» شد و همچنین به عنوان استاد مدعو در دانشگاه شیکاگو مشغول به کار بود. زیگلر که یکی از اعضای حامی اس اس (گردان حفاظتی حزب نازی) بود در اکتبر ۱۹۴۰ نشان صلیب شایستگی جنگ را دریافت کرد. کارل زیگلر به خاطر احیا تحقیقات شیمیایی پس از جنگ در آلمان شناخته شد و به تأسیس انجمن شیمی آلمان در سال ۱۹۴۹ کمک کرد. او به مدت پنج سال به عنوان رئیس خدمت کرد. همچنین از سال ۱۹۵۴ تا ۱۹۵۷ رئیس انجمن علم نفت و شیمی زغال سنگ آلمان بود. در سال ۱۹۷۱، انجمن سلطنتی لندن، او را به عنوان عضو خارجی انتخاب نمود.

در سال ۱۹۲۲، زیگلر با ماریا کورتز ازدواج کرد. آن‌ها دو فرزند به نام‌های ارهارت و ماریانا داشتند. دختر او، دکتر ماریانا زیگلر ویته، دکترای پزشکی بود و با رئیس یک بیمارستان کودکان (در آن زمان) در روهر ازدواج کرد. پسر او، دکتر ارهارت زیگلر، یک فیزیکی‌دان و وکیل ثبت اختراع شد. کارل زیگلر علاوه بر فرزندان، پنج نوه از دخترش و پنج نوه از پسرش داشت. حداقل یکی از نوه‌های او، کوردولا ویته، در مراسم اهدای جایزه

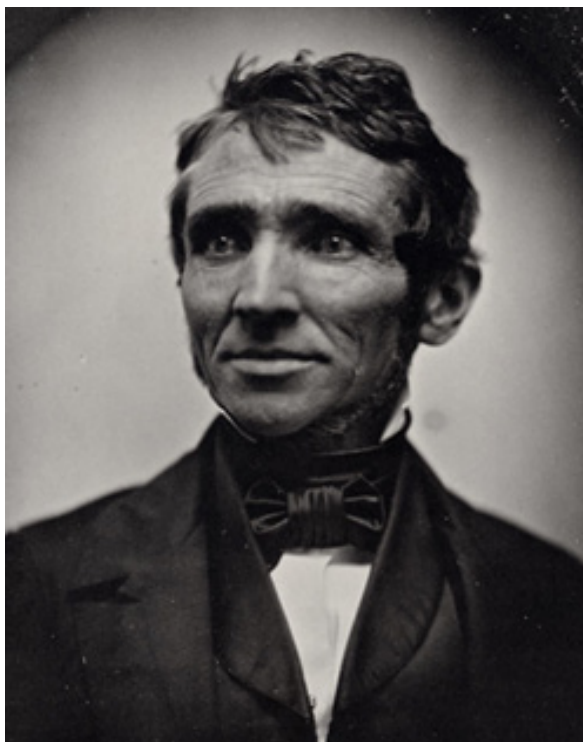
نوبل او شرکت کرد زیرا تصویری از آن دو در حال رقصیدن وجود دارد. زیگلر از سفر به دور دنیا با خانواده‌اش به خصوص در سفرهای دریایی لذت می‌برد. او حتی سفرهای دریایی و هواپیماهای ویژه را برای مشاهده کسوف رزرو کرد.

زیگلر و همسرش عاشقان بزرگ هنر، به ویژه نقاشی بودند. کارل و ماریا برای تولدها، کریسمس‌ها و سالگردها نقاشی‌هایی به یکدیگر هدیه می‌دادند. آن‌ها مجموعه بزرگی از نقاشی‌ها را جمع‌آوری کردند، نه لزوماً مربوط به یک دوره خاص، بلکه نقاشی‌هایی که از آن‌ها لذت می‌بردند. ماریا که باغبانی مشتاق بود، به ویژه از نقاشی‌های گل امیل نوله، ارایش هکل، اسکار کوشکا و کارل اشمیت روتلاف لذت می‌برد. کارل از تصاویر مکان‌هایی که او و همسرش خانه می‌نامیدند، از جمله تصاویر «هاله» و دره روهر لذت می‌برد. چهل و دو تصویر از مجموعه مشترک آن‌ها در یک بنیاد گنجانده شد که به موزه هنر مولهایم زیگلر واگذار شد. کارل زیگلر به عنوان مردی با اکتشافات فراوان، دارای حق ثبت اختراعات زیادی نیز بود. در نتیجه قرارداد ثبت اختراع خود با موسسه ماکس پلانک، زیگلر مردی ثروتمند بود. او با بخشی از این ثروت، صندوق زیگلر را با حدود ۴۰ میلیون مارک آلمان برای حمایت از تحقیقات مؤسسه تأسیس کرد. همچنین یک دبیرستان که در ۴ دسامبر ۱۹۷۴ تأسیس شده بود، به افتخار زیگلر، نامش به کارل زیگلر شوله تغییر یافت. این مدرسه در مولهایم آلمان واقع شده است. وی در مولهایم آلمان در ۱۲ اوت ۱۹۷۳ و همسرش در سال ۱۹۸۰ درگذشت.

در سال ۱۹۵۲، زیگلر کاتالیزور خود را به شرکت **Monte-catini** در ایتالیا، که جولیو ناتا به عنوان مشاور برای آن کار می‌کرد، آشکار کرد. ناتا این دسته از کاتالیزورها را «کاتالیزورهای زیگلر» نامید و به توانایی و پتانسیل آن‌ها برای پلیمریزاسیون منظم آلفا الفین‌ها مانند پروپن بسیار علاقه مند شد. زیگلر، در عین حال، عمدتاً بر تولید در مقیاس بزرگ پلی اتیلن و کوپلیمرهای اتیلن و پروپیلن متمرکز بود. به زودی جامعه علمی از کشف او مطلع گشت. پلیمرهای بسیار کریستالی و منظم که قبلاً نمی‌توانستند تهیه شوند، به صورت سنتز مصنوعی امکان‌پذیر شدند. کارل زیگلر و جولیو ناتا به دلیل کار خود بر روی پلیمریزاسیون کنترل شده هیدروکربن‌ها از طریق استفاده از این کاتالیزورهای آلی فلزی جدید، جایزه نوبل شیمی ۱۹۶۳ را به اشتراک گذاشتند.



چارلز گودیر



چارلز گودیر (۲۹ دسامبر ۱۸۰۰ - ۱ ژوئیه ۱۸۶۰) یک شیمی‌دان و مهندس خودآموخته آمریکایی بود که لاستیک پخت شده را توسعه داد و برای آن در ۱۵ ژوئن ۱۸۴۴ ثبت اختراع شماره ۳۶۳۳ را از اداره ثبت اختراع ایالات متحده دریافت کرد. گودیر با ابداع فرایند شیمیایی به جهت ایجاد و تولید لاستیک قابل انعطاف، ضد آب و قالب‌گیری شهرت دارد. کشف فرایند پخت توسط گودیر پس از پنج سال جستجو برای لاستیک پایدارتر و کشف اثربخشی گرمایش پس از توماس هنکوک بود. کشف او آغازگر دهه‌ها تولید موفق لاستیک در Lower Naugatuck Valley در کانکتیکات بود، زیرا لاستیک برای کاربردهای متعدد از جمله کفش و تایر مورد استفاده قرار می‌گرفتند. شرکت تایر و لاستیک گودیر به نام او نامگذاری شده است. در سال ۱۸۲۳، چارلز خانه خود را ترک کرد و برای یادگیری تجارت فلزآلات به فیلادلفیا رفت. او تا ۲۵ سالگی به سختی کار کرد و سپس با بازگشت به کانکتیکات، وارد شراکتی در تجارت پدرش در ناگاتاک شد و در آن‌جا نه تنها دکمه‌های عاج و فلزی، بلکه انواع مکمل‌های کشاورزی را نیز تولید می‌کردند. او در ۳ آگوست ۱۸۲۴ با کلاریسا بیچر که در کلیسای ملاقات کرده بود، ازدواج کرد. دو سال بعد خانواده به فیلادلفیا نقل مکان کردند و در آن‌جا چارلز گودیر یک فروشگاه فلزآلات افتتاح کرد و بیش‌تر کارهایش را اینجا انجام می‌داد. تخصص او ادوات کشاورزی با ارزشی بود که شرکتش تولید می‌کرد و پس از از بین رفتن اولین بی‌اعتمادی نسبت به کالاهای ساخت داخل - چون تمام ادوات کشاورزی در آن زمان از انگلستان وارد می‌شد - او خود را در یک تجارت موفق دید. این روند ادامه داشت تا اینکه به نظر می‌رسید او مردی ثروتمند است. بین سال‌های ۱۸۲۹ و ۱۸۳۰ او از نظر سلامتی دچار مشکل سوء هاضمه شد. در همان زمان، شکست تعدادی از تلاش‌های تجاری شرکت او را به شدت شرم‌زده کرد. با این حال، مدتی تلاش کردند، اما در نهایت شکست خوردند.

بین سال‌های ۱۸۳۱ و ۱۸۳۲، گودیر در مورد صمغ الاستیک (لاستیک طبیعی) شنید و هر مقاله‌ای را که در روزنامه‌ها در رابطه با این ماده جدید منتشر می‌شد، بررسی کرد. شرکت لاستیکی Roxbury در بوستون مدتی بود که این صمغ را آزمایش می‌کرد و معتقد بود که ابزاری برای تولید کالا از آن پیدا کرده است. کارخانه بزرگی داشت و کالاهایش را به سراسر کشور می‌فرستاد. این برخی از کالاهای Roxbury بود که برای اولین بار توجه گودیر را به خود جلب کرد. به زودی پس از این، گودیر از نیویورک بازدید کرد و توجه او به حلقه‌های غریق نجات معطوف و متوجه شد که لوله‌ای که برای باد کردن استفاده می‌شود، چندان مؤثر نبوده و به خوبی ساخته نشده است. بنابراین، پس از بازگشت به فیلادلفیا، لوله‌هایی ساخت و آن‌ها را به نیویورک آورد و به مدیر شرکت لاستیک Roxbury نشان داد. مدیر از نبوغی که گودیر در تولید لوله‌ها نشان داده بود خرسند بود. او به گودیر اعتراف

کرد که این تجارت در آستانه نابودی است و قبل از اینکه مشخص شود محصولاتی بی‌نقص هستند یا نه، باید به مدت یک سال آزمایش شوند. در کمال تعجب، هزاران دلار کالایی که آن‌ها تشخیص داده بودند کیفیت خوبی دارند بازگردانده می‌شد، صمغ پوسیده شده بود و آن‌ها را بی‌مصرف می‌کرد. گودیر بلافاصله تصمیم گرفت تا روی این صمغ آزمایش کند و ببیند آیا می‌تواند بر مشکلات این محصولات لاستیکی غلبه کند یا خیر. با این حال، هنگامی که او به فیلادلفیا بازگشت، طلبکارش او را دستگیر و زندانی کرد. زمانی که در آن‌جا بود، اولین آزمایشات خود را بر روی لاستیک هند انجام داد. در آن زمان صمغ ارزان بود و با حرارت دادن و کار کردن آن در دستانش، توانست مقدار معینی منیزیم را در آن بکار برد که ترکیبی سفید رنگ تولید کرد که ظاهراً چسبندگی را از بین می‌برد. او فکر کرد که راز را کشف کرده است و با کمک دوستانش توانست اختراع خود را در نیوهیون بهبود بخشد. اولین چیزی که درست کرد کفش بود و با کمک همسر و فرزندان از خانه خودش برای سنگ زنی، ورقه‌سازی و ولکانیزاسیون استفاده کرد. ترکیب او در این زمان شامل لاستیک هندی، دوده چراغ و منیزیم بود که تمام آن در سقز حل شده و روی پارچه فلانل پخش می‌شد که به عنوان آستر کفش‌ها عمل می‌کرد. با این حال، مدت زیادی نگذشت که او متوجه شد که صمغ، حتی با این روش، چسبناک شده است. طلبکاران او که کاملاً دلسرد شده بودند، تصمیم گرفتند که به او اجازه ندهند تحقیقات خود را ادامه دهد. با این حال گودیر قصد نداشت در آزمایشات خود در اینجا متوقف شود. با فروختن اثاثیه‌اش و قرار دادن خانواده‌اش در یک پانسیون آرام، به نیویورک رفت و در اتاق زیر شیروانی با کمک یک

دوست داروساز آزمایش‌های خود را ادامه داد. قدم بعدی او این بود که لاستیک را با منیزیم ترکیب و سپس آن را در آهک خام و آب بجوشانند. به نظر می‌رسید که این مشکل را حل کند. بلافاصله در خارج از کشور متوجه شدند که او مشکل چسبندگی لاستیک هندی را حل کرده است و مورد تحسین بین المللی قرار گرفت. به نظر می‌رسید او در مسیر موفقیت قرار دارد، تا اینکه یک روز متوجه شد که یک قطره اسید ضعیف که روی پارچه می‌افتد، قلیایی را خنثی می‌کند و بلافاصله باعث می‌شود که لاستیک دوباره نرم شود. این به او ثابت کرد که روند او موفقیت آمیز نبود. بنابراین او به آزمایش ادامه داد و پس از آماده کردن مخلوط هایش در اتاق زیر شیروانی خود در نیویورک، سه مایل تا آسیایی در گرینویچ ویلج پیاده روی کرد تا آزمایش‌های مختلف را امتحان کند. در این راستا، او متوجه شد که لاستیک آغشته به اسید نیتریک، به صورت سطحی پخت می‌شود و محصولات زیادی با این پخت اسیدی ساخت که مورد توجه قرار می‌گرفتند و حتی از اندرو جکسون یک نامه تقدیر دریافت کرد. قرار گرفتن در معرض مواد شیمیایی خشن، مانند اسید نیتریک و اکسید سرب، بر سلامت او تأثیر منفی گذاشت. یک بار، او نزدیک بود خود را با گاز تولید شده در آزمایشگاهش خفه کند. گودیر جان سالم به در برد، اما تب ناشی از آن نزدیک بود جان او را بگیرد.

او به همراه یکی از شرکای تجاری قدیمی خود یک کارخانه ساخت و شروع به ساخت لباس، حلقه غریق نجات، کفش لاستیکی و انواع زیادی از کالاهای لاستیکی کرد. آن‌ها همچنین یک کارخانه بزرگ با ماشین آلات ویژه داشتند که در استانتون آیلند ساخته شد، جایی که او خانواده‌اش را به آنجا منتقل کرد و دوباره خانه‌ای برای خود داشت. درست در همین زمان، زمانی که همه چیز روشن به نظر می‌رسید، وحشت سال ۱۸۳۷ فرا رسید و کل ثروت همکار او را از بین برد و گودیر را بی‌پول گذاشت. حرکت بعدی او رفتن به بوستون بود، جایی که با جی هاسکینز، از شرکت لاستیک راکسبری آشنا شد. گودیر او را دوست خوبی می‌دانست که به او پول قرض می‌داد و زمانی که هیچکس با مخترع رویاپرداز کاری نداشت، در کنارش ایستاد. مردی به نام آقای چفی نیز فوق‌العاده مهربان بود و همیشه آماده بود تا به برنامه‌های او گوش فرا دهد و به او کمک مالی کند. تقریباً در این زمان به ذهن آقای چفی رسید که بسیاری از مشکلاتی که آن‌ها در کار کردن لاستیک هندی تجربه کرده بودند ممکن است از حلال مورد استفاده ناشی شود. بنابراین او یک ماشین بزرگ برای انجام اختلاط با وسایل مکانیکی اختراع کرد. کالاهایی که به این شکل ساخته می‌شدند زیبا بودند و مانند گذشته به نظر می‌رسید که همه مشکلات برطرف شده است.

گودیر روش جدیدی برای ساخت کفش‌های لاستیکی کشف و حق اختراعی را دریافت کرد که آن را به شرکت پرویدنس در «رود آیلند» فروخت. با این حال، هنوز روشی برای فراوری لاستیک پیدا نشده بود تا در برابر حرارت، گرما، سرما و اسید

مقاومت کند و بنابراین کالاهای لاستیکی دائماً چسبناک، تجزیه و به تولیدکنندگان بازگردانده می‌شدند. از سال ۱۸۳۴ تا ۱۸۳۹، گودیر در هر جایی که می‌توانست سرمایه‌گذار پیدا کند، کار می‌کرد و اغلب در حال نقل مکان بود؛ عمدتاً در نیویورک، ماساچوست، فیلادلفیا و کانکتیکات. در سال ۱۸۳۹، گودیر در شرکت لاستیک ایگل هند در ووبرن، ماساچوست بود و در آنجا متوجه شد که ترکیب لاستیک و گوگرد روی یک اجاق گاز داغ باعث سفت شدن لاستیک می‌شود، فرایندی که به دلیل گرما آن را پخت نامید. برای این گودیر و ناتانیل هیوارد در ۲۴ فوریه همان سال ثبت اختراع شماره ۱۰۹۰ ایالات متحده را دریافت کردند.

چندین سال قبل از آن، گودیر کارخانه کوچکی را در اسپرینگفیلد، ماساچوست راه‌اندازی کرده بود، که در سال ۱۸۴۲ فعالیت‌های اولیه خود را به آنجا منتقل کرد. این کارخانه عمدتاً توسط نلسون و برادرانش اداره می‌شد. برادر زن چارلز گودیر، آقای دی فارست، یک تولیدکننده پشم ثروتمند بود و او نیز وارد این ماجرا شد. کار عملی کردن اختراع ادامه یافت. در سال ۱۸۴۴، این فرایند به اندازه کافی کامل شد و گودیر امتیاز ثبت اختراع ایالات متحده را با شماره ۳۶۳۳ دریافت کرد که در آن به نیویورک اشاره شده بود اما اسپرینگفیلد ذکر نشده بود. همچنین در سال ۱۸۴۴، هنری، برادر گودیر، اختلاط مکانیکی مخلوط را به جای استفاده از حلال‌ها معرفی کرد. گودیر برخی از این اختراعات را به هیرام هاجینسون فروخت که شرکت هاجینسون SA را در سال ۱۸۵۳ در فرانسه تأسیس کرد.

در سال ۱۸۵۲، گودیر به اروپا رفت، سفری که از مدت‌ها پیش برنامه‌ریزی کرده بود و توماس هنکاک را دید که در آن زمان در استخدام چارلز مکینتاش و شرکتش بود. هنکاک ادعا کرد که پخت را به طور مستقل اختراع کرده است و یک حق اختراع بریتانیایی دریافت کرده که در سال ۱۸۴۳ آغاز، اما در سال ۱۸۴۴ نهایی شده است. در سال ۱۸۵۵ حق اختراع هنکاک با این ادعا به چالش کشیده شد که هنکاک روش گودیر را جعل کرده بود. گودیر در دادگاه شرکت کرد. اگر هنکاک شکست می‌خورد، گودیر با درخواست ثبت اختراع بریتانیایی خود موافقت می‌کرد و به او اجازه داده می‌شد از هنکاک و مولتون حق امتیاز بگیرد. هر دو لاستیک پخت شده گودیر را در سال ۱۸۴۲ مورد بررسی قرار داده بودند، اما چندین شیمی‌دان شهادت دادند که با مطالعه آن امکان تعیین چگونگی ساخت آن وجود نداشت در نتیجه هنکاک پیروز شد.

گودیر در ۱ ژوئیه ۱۸۶۰ برای دیدن دختر در حال مرگش سفر کرد. پس از ورود به نیویورک، به او اطلاع دادند که دخترش از دست رفته است. وی غش کرد و به هتل خیابان پنجم در شهر نیویورک منتقل شد، جایی که در سن ۵۹ سالگی درگذشت. او در نیوهیون در گورستان خیابان گروو به خاک سپرده شد. در سال ۱۸۹۸، تقریباً چهار دهه پس از مرگ او، شرکت تایر و لاستیک گودیر تأسیس شد و به نام گودیر توسط فرانک

سیبرلینگ نام‌گذاری شد. در ۸ فوریه ۱۹۷۶، او در میان شش نفری بود که برای ورود به تالار مشاهیر مخترعان ملی انتخاب شدند. بخش لاستیکی جامعه شیمیایی آمریکا (ACS) مدالی به نام مدال چارلز گوڈیر را به افتخار گوڈیر اعطا می‌کند. این مدال از مخترعان، مبتکران و توسعه دهندگان اصلی که کمک هایشان منجر به تغییر قابل توجهی در ماهیت صنعت لاستیک شد، تجلیل می‌کند.

منابع

- [1] www.en.wikipedia.org/wiki/Eric_Baer
- [2] www.engineering.case.edu/news/cs-es-eric-baer-wins-paul-j-flory-polymer-research-prize
- [3] www.thefamouspeople.com/profiles/karl-ziegler-7534.php
- [4] www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1963/ziegler/biographical
- [5] www.sciencehistory.org/historical-profile/karl-ziegler-and-giulio-natta
- [6] <https://www.britannica.com/biography/Charles-Goodyear>
- [7] <https://www.biography.com/inventor/charles-goodyear>
- [8] <https://corporate.goodyear.com/us/en/about/history.html>
- [9] <https://connecticuthistory.org/charles-goodyear-and-the-vulcanization-of-rubber/>

راهنمای قطعی برای اصول پلیمر، خواص، سنتز، برنامه ها و شبیه سازی‌هایی که اکنون کاملاً اصلاح شده است را بیان و به طور سیستماتیک وضعیت فعلی این زمینه ها را بررسی می‌کند.

به طور خلاصه این کتاب به بررسی موارد زیر می‌پردازد:

سنتز پلیمر: رشد گام و زنجیره‌ای، محلول، تعلیق، امولسیون، حالت جامد و پلاسما. مایعات یونی و ماکرومرها و مهندسی ژنتیک

حالت‌های بی‌نظم و بلورین، انتقال، خصوصیات مکانیکی و خصوصیات حالت جامد

پلیمرها و محیط زیست: تخریب، ثبات و موارد دیگر

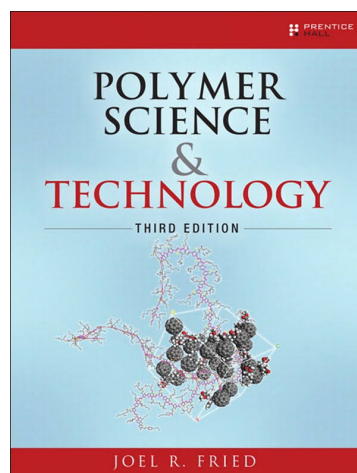
مواد افزودنی، مخلوط، کوپلیمرهای بلوک و کامپوزیت ها - از جمله شبکه‌های بین المللی، نانو کامپوزیت‌ها، باکبال، نانولوله‌های کربن، گرافن و دارایی

بیوپلیمرها، پلیمرهای طبیعی، الیاف، ترموپلاستیک، الاستومرها و ترموست

پلیمرهای مهندسی و تخصصی، از پلی کربنات‌ها گرفته تا پلیمرهای یونی و الیاف با کارایی بالا

رئولوژی پلیمر، پردازش و مدل سازی

همبستگی و شبیه سازی: سهم گروهی، شاخص‌های توپولوژیکی، شبکه‌های عصبی مصنوعی، دینامیک مولکولی و شبیه سازی مونت کارلو



علم و فناوری پلیمر

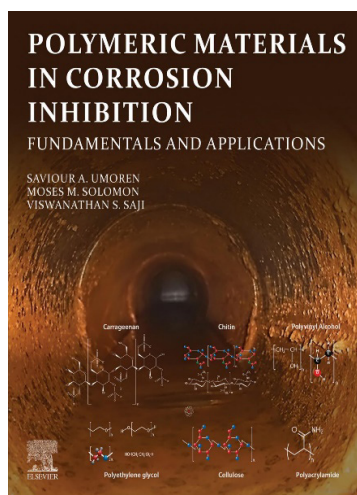
نام نویسندگان : Joel R. Fried

سال انتشار : 2014

ناشر : Prentice Hall

ISBN: 013703993X,
9780137039937

تعداد صفحات : 688



مواد پلیمری در مهار خوردگی: اصول و کاربردهای آن‌ها

نام نویسندگان: Saviour A. Umoren, Moses M. Solomon, Viswanathan S. Saji

سال انتشار: ۲۰۲۲

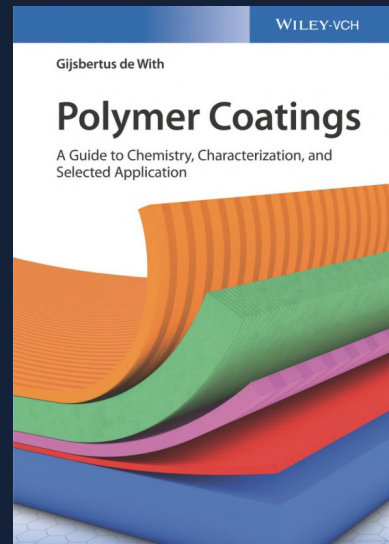
ناشر: Elsevier

ISBN: 0128238704,
9780128238707

تعداد صفحات : 634

این کتاب اصول و برنامه‌های کاربردی آخرین اطلاعات و شیوه‌ها را در تهیه و استفاده از طیف گسترده‌ای از مواد پلیمری به عنوان مهارکننده‌های خوردگی در محیط‌های خوردنده متنوع جمع آوری کرده است. به علاوه بخش‌هایی از اصول مواد پلیمری، مهارکننده‌های خوردگی و خوردگی را معرفی می‌کنند و شامل پوشش هوشمند پلیمرها به عنوان مهارکننده‌های خوردگی، با بخش‌های جداگانه‌ای برای پلیمرهای طبیعی و مصنوعی هستند. هر فصل این کتاب اطلاعاتی درباره روش سنتز، خواص و کاربرد یک پلیمر خاص برای مهار خوردگی، از جمله تجزیه و تحلیل مزایا و معایب و راهنمایی در مورد روشهای بهبود عملکرد را بیان می‌کند.

در فصل آخر جنبه‌ها و تحولات مهم دیگر، از جمله سازوکارهای جذب، محاسبات شیمیایی کوانتومی، دینامیک مولکولی و شبیه‌سازی را مورد بررسی قرار می‌دهد. این کتاب یک مرجع ارزشمند برای محققان و دانشجویان پیشرفته در طیف وسیعی از رشته‌ها از جمله علوم پلیمری، خوردگی، الکتروشیمی، علوم مواد، مهندسی شیمی و مهندسی نفت است.



این کتاب یک راهنمای عملی برای پوشش‌های پلیمری است که به صورت همه جانبه به بررسی مواد و کاربردهای این نوع پوشش‌ها می‌پردازد. این کتاب یک منبع کامل است که مروری بر اصول اولیه سنتز، خصوصیات، روشهای رسوب و تحولات اخیر پوشش‌های پلیمری را ارائه می‌دهد و شامل اطلاعات مربوط به پلیمرهای مختلف و شبکه‌های پلیمری در حال استفاده، رزین‌های پوششی پایه حلالی و پایه آبی و انواع مواد افزودنی است. روش‌هایی که در این کتاب ارائه شده است، علاوه بر جنبه‌های فیزیکی و شیمیایی فرایند پوشش، از روشهای مکانیکی و الکتروشیمیایی نیز استفاده کرده است. نویسنده روشهای پردازش موجود از جمله طیف‌سنجی، مورفولوژیکی، حرارتی و مکانیکی را نیز پوشش داده است. همچنین تحولات در زمینه‌های فناوری منتخب مانند پوشش‌های الکتریکی رسانا و پوشش‌های خودآزمایی را بررسی کرده است.

پوشش‌های پلیمری: راهنمای شیمی،
خصوصیات و برنامه‌های انتخاب
شده

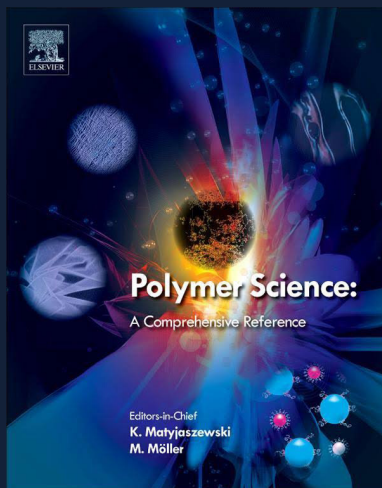
نام نویسندگان : Gijsbertus de With

سال انتشار : 2018

ناشر : John Wiley & Sons

ISBN: 3527806318,
9783527806317

تعداد صفحات : 600



این کتاب به عنوان مرجع جامعی از پلیمرها منتشر شده که دارای ۹ جلد است که در هر جلد به بررسی بخشی از پلیمرها پرداخته است. جلد ۱ درباره درک بهبود یافته از خواص پلیمرها به صورت کلی و در موقعیت‌های محدود مانند لایه‌های نازک نوشته شده است. جلد ۲ به شناسایی جدید، مانند میکروسکوپ نوری با وضوح بالا، میکروسکوپ روبشی و سایر روشها برای تعیین مشخصات سطح می‌پردازد. جلد ۳ پیشرفت‌های جدید در روش‌های پلیمریزاسیون مونومرهای وینیلی برای کنترل ساختار پلیمر بررسی می‌کند. جلد ۴ به سینتیک سازوکارها و کاربردهای پلیمریزاسیون و باز کردن حلقه مونومرهای هتروسیکلیک و سیکلوفین‌ها (ROMP) و همچنین به روش‌های مختلف پلیمریزاسیون که کمتر رایج‌اند اختصاص دارد. پلیمریزاسیون تراکمی و غیر زنجیره‌ای، از جمله سنتز دندریمر در جلد ۵ پوشش داده شده است. جلد ۶ بر جنبه‌هایی از ساختارهای پلیمرها و نانوآشپاء نرم از جمله هیبریدها تمرکز دارد. در جلد ۷ یک جنبه کاملاً جدید در علم پلیمر مبنی بر ترکیب روش‌های سنتز پلیمر با ساختاری مانند لیتوگرافی و قالب‌بندی سطحی ارائه شده است که این مجموعه پلیمرها و نانوذرات را به صورت توده‌ای و تحت شرایط محدود یا تحت تأثیر یک میدان خارجی، از جمله لایه‌های نازک، هیبریدهای معدنی-آلی یا نانوالیاف در برمی‌گیرد. جلد ۸ مفاهیم جلد ۷ را با تمرکز بر برنامه‌های کاربردی در فناوری‌های پیشرفته گسترش می‌دهد. در آخر در جلد ۹ این مقاله به جنبه‌های مختلف پلیمرها در زیست‌شناسی و پزشکی می‌پردازد، از جمله واکنش سلول‌ها و بافت‌های زنده به تماس با ذرات و سطوح با عملکرد زیستی که بطور گسترده به بررسی پلیمرهای سبز و بی‌خطر محیطی و همچنین پلیمرهای مرتبط با انرژی می‌پردازد.

علم پلیمر: یک مرجع جامع

نام نویسندگان : K. Matyjaszewski,
M. Moller

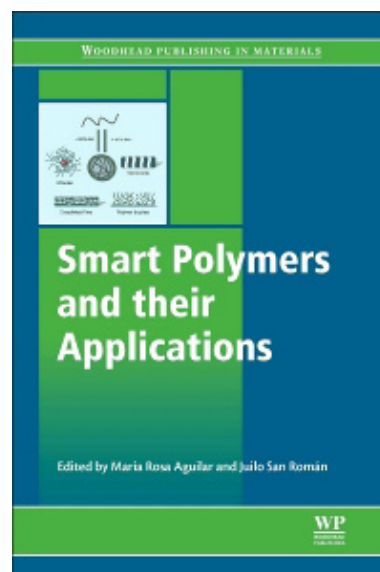
سال انتشار : 2012

ناشر : Newnes

ISBN: 0080878628,
9780080878621

تعداد صفحات : 7760

پلیمرهای هوشمند و برنامه‌های کاربردی آن‌ها، ویرایش دوم یک کتاب به روز از اطلاعات در مورد سنتز و خصوصیات انواع مختلف پلیمرهای هوشمند، از جمله دما، pH و پلیمرهای الکترو مغناطیسی را ارائه می‌دهد. این کتاب یک مقدمه ایده‌آل برای این زمینه و همچنین بررسی آخرین تحقیقات در این زمینه است. به علاوه پلیمرهای دارای حافظه القایی، هیدروژل‌های پلیمری هوشمند و سیستم‌های پلیمری بهبود یافته نیز مورد بررسی قرار گرفته‌اند. علاوه بر این، تمرکز بسیار قوی بر روی کاربردهای پلیمرهای هوشمند برای مهندسی بافت، نانوذرات پلیمری هوشمند برای تحویل دارو و استفاده از پلیمرهای هوشمند در وسایل پزشکی گنجانده شده است. به علاوه در این کتاب استفاده از پلیمرهای هوشمند برای برنامه‌های نساجی، بسته‌بندی، ذخیره انرژی، ذخیره داده‌های نوری، حفاظت از محیط زیست و موارد دیگر نیز پوشش داده شده است. از طرفی یک رویکرد چند رشته‌ای برای توسعه پلیمرهای پاسخگو ارائه می‌دهد.



پلیمرهای هوشمند و کاربردهای آن‌ها

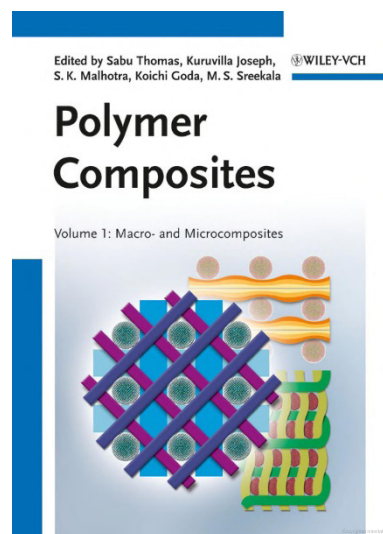
نام نویسندگان: Maria Rosa Aguilar, Julio San Román

سال انتشار: 2019

ناشر: Woodhead Publishing

ISBN: 0081024177,
9780081024171

تعداد صفحات: 650



کامپوزیت‌های پلیمری، ماکرو و میکرو کامپوزیتها

نام نویسندگان: Sabu Thomas, Kuruville Joseph, S. K. Malhotra, Koichi Goda, M. S. Sreekala

سال انتشار: 2012

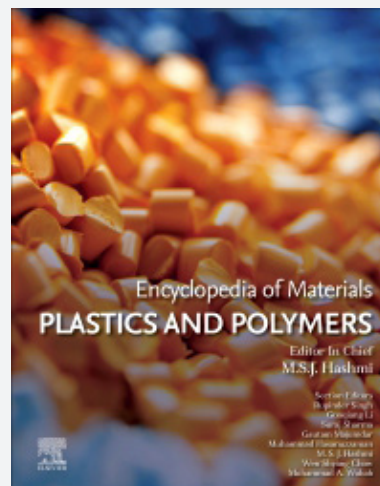
ناشر: John Wiley & Sons

ISBN: 3527645233,
9783527645237

تعداد صفحات: 814

اولین مرجع سیستماتیک در مورد کامپوزیت‌ها با تأکید بر خصوصیات و ابعاد آن‌ها. این مجموعه کتاب دارای سه جلد است که این جلد اولین آن‌هاست که توسط محققان برجسته در زمینه کامپوزیت‌ها از دانشگاه، دولت، صنعت و همچنین مؤسسات تحقیقاتی خصوصی در سراسر جهان گردآوری شده است و بر روی کامپوزیت‌های ماکرو و میکرو تمرکز دارد. این کتاب به سه بخش تقسیم شده است، اولین بخش در مورد مقدمه‌ای برای کامپوزیت‌های پلیمری، بررسی وضعیت مورد استفاده آن‌ها، چالش‌های جدید و فرصت‌های سیستم‌های مختلف کامپوزیت پلیمری و همچنین روش‌های تهیه و تولید آن‌ها است. بخش دوم با تأکید بر کامپوزیت‌های پلیمری تقویت شده با فیبر، کامپوزیت‌های نساجی و ترکیبی پلیمری، به سیستم‌های ماکرو کامپوزیت‌ها نگاه می‌کند. به همین ترتیب، بخش نهایی به سامانه‌های میکرو، از جمله کامپوزیت‌های پلیمری تقویت شده با میکرو، سنتز، اصلاح سطح و توصیف پرکننده‌های ذرات میکرو به علاوه کاربردها و بازیابی و بازیافت و تجزیه و تحلیل چرخه زندگی می‌پردازد.

این مجموعه کتاب شامل چهار جلد کتاب درباره پلاستیک‌ها و مواد پلیمری، خصوصیات اساسی آن‌ها، مناطق فعلی و کاربردی آن‌ها در بخش‌های مختلف خصوصی، عمومی، تجاری و صنعتی و تجزیه و تحلیل پذیری، قابلیت استفاده مجدد و یکبار مصرف آن‌ها است. همچنین پوشش همه جنبه‌های علم و کاربردهای پلاستیک و پلیمرها، این کتاب در مورد تحولات جدیدتر، از جمله مقالات و دانش بروز بیان می‌شود. علاوه بر این، اثرات محیطی مضر پلاستیک و پلیمرها به همراه مقالاتی که به صورت تخصصی نوشته شده است که روی کامپوزیت‌های ماکرو، میکرو و نانو ذرات پلاستیک و مواد پلاستیکی و پلیمری و مواد طبیعی یا مصنوعی قابل تجزیه قابل تجزیه قرار می‌دهد، گنجانده شده است.



دانشنامه مواد: پلاستیک و پلیمرها

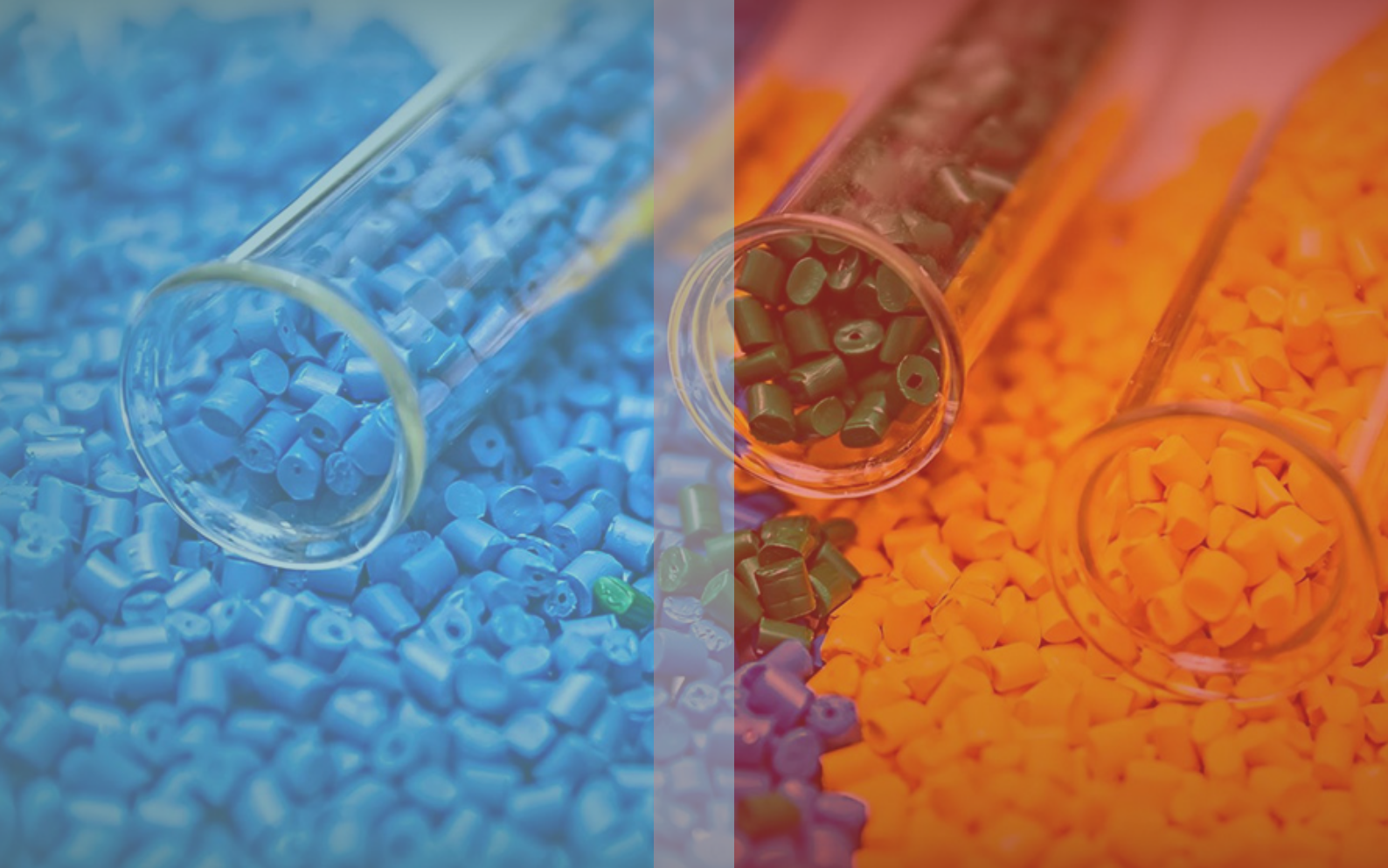
نام نویسنگان : Saleem Hashmi

سال انتشار: 2022

ناشر: Elsevier Science

ISBN: 0128203528,
9780128203521

تعداد صفحات : 3606



اخبار

sabataheri@aut.ac.ir صبا طاهری

کوتاه‌تر شدن روند دیالیز با طراحی غشاء همودیالیز

محققان دانشگاه صنعتی امیرکبیر موفق شدند غشاء همودیالیزی را طراحی کنند که روند دیالیز کوتاه‌تر شود. به گزارش ایسنا، آریان اخلاصی، دانش‌آموخته دانشگاه صنعتی امیرکبیر و مجری طرح «تهیه و مشخصه‌یابی غشاء نانوالیاف کامپوزیتی بر پایه پلی‌آکریلونیتریل جهت حذف سموم اورمیک»، گفت: طولانی بودن، گران بودن و ناخوشایند بودن فرایند همودیالیز برای بیماران با نارسایی کلیوی دلیل بر اجرای این پروژه شد. وی افزود: چراکه غشاهای همودیالیز متداول تجاری تنها بر مبنای دو پدیده دیرینه شامل انتشار و همرفت بنا شده‌اند. از این رو پروژه را در دانشگاه با هدف کوتاه کردن مدت زمان فرایند همودیالیز و همچنین افزایش بازدهی همودیالیز توسط بهره‌گیری از پدیده جذب اجرایی کردیم. همچنین، نتایج حاصل از این طرح، کاملاً با اهداف از پیش تعیین‌شده مطابقت داشته و می‌تواند در ارتقاء فرآیند همودیالیز و همچنین مرزهای دانش در زمینه دیالیز نقش بسزایی ایفا کند.

وی در خصوص روند اجرای پروژه گفت: در ابتدا توسط فرایند الکتروریسی، غشاء نانوالیاف خالص بر پایه پلیمر پلی‌آکریلونیتریل را تهیه کرده و در ادامه نانوجاذب‌های هالوزیت را بر روی نانوالیاف موجود در غشاء پراکنده کردیم. در نهایت توسط آزمون‌های مشخصه‌یابی، غشاء نانوالیاف کامپوزیتی نهایی را ارزیابی کردیم. نتیجه نهایی این طرح می‌تواند به‌صورت مستقیم در صنعت پزشکی و همچنین به‌صورت غیرمستقیم در سیستم‌های تصفیه آب استفاده شود.

اخلاصی ادامه داد: این طرح می‌تواند با اندکی تغییر در مواد مورد استفاده در سیستم‌های تصفیه آب در مناطق محروم از آب آشامیدنی نیز مورد استفاده قرار گیرد. کوتاه شدن مدت زمان و همچنین افزایش بازدهی فرایند همودیالیز از مزیت‌های این طرح به شمار می‌رود.

دانش‌آموخته دانشگاه صنعتی امیرکبیر با بیان اینکه نوآوری موجود در این پروژه در هیچ نمونه داخلی و یا خارجی وجود ندارد، گفت: استفاده از پدیده جذب در غشاء طراحی شده در غشاهای متداول تجاری وجود ندارد. به نقل از دانشگاه صنعتی امیرکبیر، اساتید راهنمای این پروژه، دکتر عاطفه سلوک، دکتر معصومه حقیقین نظرپاک، دکتر پوریا پاس‌بخش و استاد مشاور، دکتر مهوش شکرالهی هستند.

منبع: خبرگزاری ایسنا

ابداع یک باتری زیست‌تخریب‌پذیر با استفاده از پوست خرچنگ

محققان از پوست خرچنگ برای ساخت باتری‌های زیست‌تخریب‌پذیر جدید با بازده ۷/۹۹ درصدی استفاده می‌کنند که به طور ایمن تجزیه و بازیافت می‌شود.

به گزارش ایسنا و به نقل از نیواطلس، باتری‌های لیتیومی بزرگ همانطور که در باتری غول پیکر شرکت تسلا در استرالیا جنوبی شاهد آن هستیم، می‌توانند نقش مهمی در ذخیره‌سازی انرژی تجدیدپذیر در یک شبکه ایفا کنند. اما راه‌اندازی آن‌ها می‌تواند بسیار گران باشد و خطر آتش‌سوزی را نیز به همراه دارد.

باتری‌های مبتنی بر فلز روی یکی از چندین جایگزین مقرون‌به‌صرفه‌تر و به طور بالقوه ایمن‌تر برای باتری‌های لیتیومی هستند و اکنون یک پیشرفت جدید نشان می‌دهد که چگونه پوست خرچنگ ممکن است این باتری‌ها را بسیار پایدارتر کند.

انتظار می‌رود که تقاضا برای ذخیره انرژی طی سال‌های آتی افزایش یابد، زیرا ما بیشتر به انرژی‌های تجدیدپذیر و وسایل نقلیه الکتریکی برای حمل و نقل تکیه می‌کنیم؛ در حالی که باتری‌های لیتیوم-یونی که امروزه به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند، به خوبی به ما کمک می‌کنند، باتری‌های دیگری نیز در حال توسعه هستند که بازدهی بیشتر و طولانی مدت را نوید می‌دهند. استخراج لیتیوم گران است و با هزینه‌های زیست‌محیطی همراه است و باتری‌هایی که از این ماده بهره می‌برند، به خوبی قابل بازیافت نیستند.

اکنون محققان مرکز نوآوری مواد دانشگاه مریلند، یک باتری مبتنی بر روی با الکترولیت استخراج شده از پوست خرچنگ ساخته‌اند که ۷/۹۹ درصد بازدهی دارد. این الکترولیت از کیتوزان که یک مشتق شیمیایی از کیتین است که به وفور در پوست خرچنگ یافت می‌شود، ساخته شده است. از آنجایی که کیتوزان زیست‌تخریب‌پذیر است، دو سوم از این باتری به طور طبیعی بدون باقی ماندن محصولات مضر در طبیعت، تجزیه می‌شود.

بر اساس این مطالعه جدید، این باتری پس از ۱۰۰۰ چرخه شارژ و تخلیه، بازده انرژی ۷/۹۹ درصدی دارد که آن را به گزینه‌ای مناسب برای ذخیره انرژی تولید شده توسط باد و خورشید برای انتقال به شبکه‌های برق تبدیل می‌کند.



یک جایگزین سازگار با محیط زیست

باتری‌های لیتیوم-یونی به دلیل چگالی انرژی و پایداری چرخه‌شان، به‌طور گسترده‌ای به عنوان دستگاه‌های ذخیره‌سازی انرژی استفاده می‌شوند. پیش‌بینی می‌شود که ارزش بازار باتری‌های لیتیوم-یونی از ۳۰ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۷ به ۱۰۰ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۵ افزایش یابد. اما این افزایش با هزینه زیست محیطی همراه است.

پروفیسور «لیانگ‌بینگ هو» از دانشگاه مریلند و نویسنده اصلی این مطالعه می‌گوید: مقدار زیادی باتری در حال تولید و مصرف است که احتمال بروز مشکلات زیست‌محیطی را افزایش می‌دهد. به عنوان مثال، جداکننده‌های پلی‌پروپیلن و پلی‌کربنات که به‌طور گسترده در باتری‌های لیتیوم-یونی استفاده می‌شوند، صدها یا هزاران سال طول می‌کشد تا تجزیه شوند و به محیط زیست بازگردند.

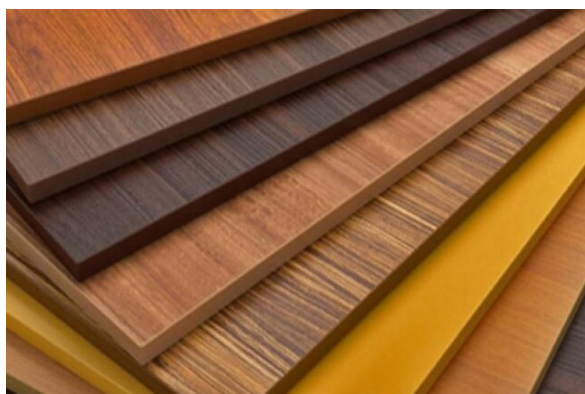
کیتوزان مورد استفاده در این باتری جدید که از کیتین که فراوان‌ترین پلیمر در طبیعت، در پوست بیرونی سخت‌پوستان از جمله خرچنگ، میگو، لابستر و اسکلت بیرونی حشرات و دیواره سلولی قارچ یافت می‌شود. پوست خرچنگ منبعی است که به راحتی در دسترس است، زیرا در حال حاضر به عنوان ضایعات غذا در سراسر دنیا دور ریخته می‌شود. هر ساله، صنایع غذایی ۶ تا ۸ میلیون تن ضایعات پوست خرچنگ، میگو و لابستر تولید می‌کنند که همین مسئله، ضایعات سخت‌پوستان را به منبعی کم‌هزینه و تجدیدپذیر از کیتوزان تبدیل می‌کند. در این مطالعه، محققان از کیتوزان به عنوان یک الکترولیت ژلی برای پایدارتر کردن باتری‌ها و سازگار کردن آن‌ها با محیط زیست استفاده کردند. یک الکترولیت به عنوان محیطی عمل می‌کند که امکان انتقال یون بین پایانه مثبت و منفی سلول باتری را فراهم می‌آورد. الکترولیت‌ها می‌توانند مایع، خمیر یا ژلی باشند و بسیاری از باتری‌ها از مواد شیمیایی بسیار قابل احتراق یا خورنده به عنوان الکترولیت استفاده می‌کنند.

کیتوزان به‌طور طبیعی توسط میکروارگانیسم‌ها تجزیه می‌شود، به این معنی که باتری را می‌توان در پایان عمر خود به سادگی در خاک دفن کرد تا ظرف پنج ماه تجزیه شود. در انتها نیز فقط فلز روی باقی می‌ماند که می‌تواند بازیافت شود.

نیاز به باتری‌های جدید

چالش در تهیه باتری‌های لیتیوم-یونی، تامین مواد خام، عمدتاً لیتیوم و کبالت است. این یک خطر بزرگ ایجاد می‌کند، زیرا ماهیت کمیاب این مواد خام می‌تواند منجر به کمبود گسترده آن‌ها در سطح جهان شود. اما روی به عنوان یک ماده خام، فراوان‌تر از لیتیوم است، به این معنی که باتری‌های مبتنی بر روی می‌توانند ارزان‌تر، کمتر برای محیط‌زیست مضر باشند و کمتر مستعد مشکلات زنجیره تأمین هستند. هو و تیمش امیدوارند که به کار بر روی ساخت باتری‌های حتی سازگارتر با محیط زیست ادامه دهند. وی می‌گوید: امیدوارم در آینده همه اجزای باتری‌ها زیست تخریب‌پذیر باشند. احتمالاً به این زودی شاهد باتری‌های مبتنی بر پوست خرچنگ نخواهیم بود تا دستگاه‌هایمان را تغذیه کنند، اما این مطالعه می‌تواند به بهبود فناوری کنونی باتری‌ها کمک کند. این مطالعه در مجله **Matter** منتشر شده است.

منبع: خبرگزاری ایسنا

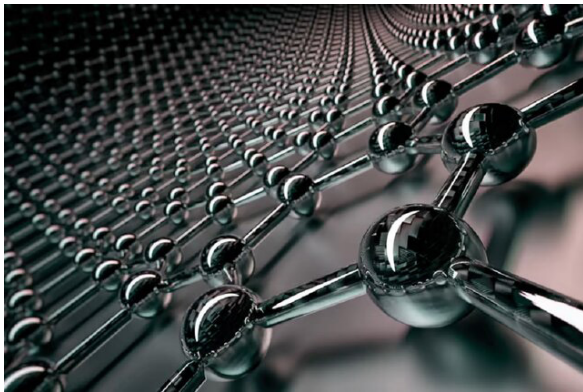


نانوسلولزها رنگ‌های روی چوب را بهبود می‌دهند

پوشش‌های چوبی مبتنی بر آب بدلیل ظاهر جذاب و مقرون به‌صرفه بودن به موادی محبوب برای کاربردهای صنعت چوب تبدیل شده‌اند، ولی مقاومت ضعیف آن‌ها در برابر خش و ضربه از معایب این پوشش‌ها به شمار می‌رود؛ ولی محققان نشان دادند با استفاده از نانوبلورهای سلولزی، می‌توان از این مواد، پوشش‌های چوبی مبتنی بر آب تولید کرد.

به گزارش ایسنا، پوشش‌های چوبی بر پایه حلال و روغن بدلیل ظرفیتی که در ایجاد درخشندگی بالا، آب‌گریزی و چقرمگی دارند، به‌طور سنتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. با این حال، پوشش‌های مبتنی بر روغن به دلیل نشت ترکیبات آلی فرار (VOCs) به اکوسیستم، تأثیر زیست‌محیطی قابل توجهی دارند. در نتیجه قوانین زیست محیطی و تقاضای مشتری، پوشش‌های چوبی مبتنی بر آب که میکرومولسیون‌های پلیمری با VOC بسیار کمتر دارند، به تدریج جایگزین

پلاستیک جدیدی که خود را در لحظه ترمیم می‌کند



دانشمندان با کار روی پیوندهای درون یک ماده، یک پلاستیک فوق مولکولی با مقاومت مکانیکی قابل مقایسه با پلاستیک معمولی تولید کردند که می‌تواند خودش را ترمیم کند.

به گزارش ایسنا و به نقل از نیواطلس، دانشمندی که در دانشگاه «تورکو» (Turku) فنلاند روی پلاستیک‌های نسل جدید کار می‌کند، شکلی از این ماده را با قابلیت‌های چشمگیر ایجاد کرده‌اند که مهم‌ترین آن، توانایی تجزیه سریع پس از استفاده است. این پلاستیک فوق مولکولی، دوست‌دار محیط‌زیست و قابل بازیافت است و با تنظیم دقیق محتوای آب درون آن، می‌تواند به یک چسب تبدیل یا حتی در صورت آسیب، فوراً ترمیم شود. دلیل اینکه پلاستیک‌های معمولی برای مدت طولانی در محیط زیست باقی می‌مانند، اتصالات شیمیایی فوق‌العاده قوی بین مونومرهای درون آن‌هاست. این ذرات از طریق پیوندهای کووالانسی به هم متصل می‌شوند و پلیمرها را تشکیل می‌دهند، اما دانشمندان امیدوارند به جای آن، شکل‌های زیست‌محیطی بیشتری از این ماده را بر اساس پیوندهای غیرکووالانسی ایجاد کنند.

دانشمندان می‌گویند، این اتصالات ضعیف‌تر برای تجزیه و بازیافت مواد مناسب‌تر هستند، اما از نظر عملکرد مکانیکی نقص دارند. آن‌ها نمونه‌های جالبی از این مواد فوق مولکولی را در قالب پلیمرهای ترکیبی برای داروسازی، پلاستیک‌های خود مونتاژ و چسب‌هایی که در دماهای شدید کار می‌کنند، بررسی کرده‌اند.

نویسندگان این پژوهش جدید با استفاده از روشی به نام «جداسازی فاز مایع از مایع» (LLPS) یک پلاستیک فوق مولکولی با مقاومت مکانیکی برابر با پلاستیک معمولی ساخته‌اند. این ماده حاوی پیوندهای غیرکووالانسی با استحکام بالا است که قابل برگشت هستند که به همراه برخی خواص مفید دیگر، آن را قادر می‌سازد پس از استفاده به سرعت تجزیه یا بازیافت شود. این پلاستیک دارای توانایی قابل توجه در کشش و تغییر شکل با محتوای کم آب است، در حالی که افزایش این محتوای آب، آن را به یک چسب تبدیل می‌کند.

پوشش‌های مبتنی بر روغن شده‌اند. با این حال، پوشش‌های چوبی متداول در آب دارای برخی مشکلات ذاتی هستند.

این موضوع در مقاله‌ای اخیراً توسط مجله ACS Applied Bio Materials منتشر شده و در آن نانوبلورهای سلولز (CNCs) به عنوان پرکننده و تقویت‌کننده برای پوشش‌های چوبی پیشنهاد شده است. این تحقیق به چگونگی تأثیر نانوبلورهای سلولز بر پوشش‌های چوبی از نظر ویژگی‌های بصری، فیزیکی و نفوذپذیری آب می‌پردازد.

نانوبلورهای سلولز بدلیل ویژگی‌های منحصربه‌فردی که دارند، مانند قابلیت بازیافت، ترکیب سطح قابل تنظیم، قابلیت‌های مکانیکی، سازگاری سلولی و ویژگی‌های نوری، به مواد بالقوه‌ای برای کاربرد در مهندسی مواد و فناوری پزشکی تبدیل شده‌اند. نانوبلورهای سلولز می‌توانند به عنوان پرکننده‌های تقویت‌کننده در فناوری پوشش به دلیل این ویژگی‌های متمایز مورد استفاده قرار گیرند. این پوشش‌ها در صنایع مختلفی از جمله ساختمان‌سازی، وسایل نقلیه، مبلمان و تولید استفاده می‌شوند. آن‌ها از مواد زیرین در برابر اثرات مخرب شرایط آب و هوایی سخت مانند دمای بالا و بادهای شدید محافظت می‌کنند. سطح هیدروکسیله آب‌دوست نانو بلورهای سلولزی امکان چسبندگی کارآمد بین نانوبلورهای سلولزی و مواد زمینه را فراهم می‌کند. در نتیجه، نانو بلورهای سلولزی می‌توانند به عنوان پرکننده‌های تقویت‌کننده مناسب در پوشش‌های چوبی آبی استفاده شوند. افزودن نانوبلورهای سلولزی به پوشش‌های چوبی موجود در آب می‌تواند دوام، مقاومت در برابر خراش و محافظت در برابر اشعه ماوراء بنفش را بدون به خطر انداختن شفافیت نوری، رنگ یا درخشش افزایش دهد.

در شرایط خاص، گنجانیدن نانوبلورهای سلولزی می‌تواند رئولوژی را تغییر دهد و باعث می‌شود پوشش‌های چوبی نازک‌تر شوند. در این کار، محققان تأثیر نانوبلورهای سلولزی را بر پوشش‌های پیچیده چوبی مبتنی بر آب بررسی کردند تا ببینند آیا این نانوبلورهای سلولزی ممکن است پیشرفت‌های معنی‌داری در سیستم‌های پوشش پیشرفته ایجاد کنند یا خیر.

به نقل از ستاد نانو، در این تحقیق از یورتان پلی (کربنات) آبی به عنوان یک ترکیب تقویت‌شده و یک رنگ آلیکیدی مخلوط آبی به عنوان نمونه‌ای از فرمولاسیون بادوام استفاده شد. نتایج نشان داد پوشش‌های چوبی مبتنی بر آب تقویت‌شده با نانو بلورهای سلولز از نظر مقاومت در برابر خراش و تحمل آسیب از پوشش‌های ساده و اصلاح نشده بهتر عمل کردند. علاوه بر این، نانوبلورهای سلولز باعث کاهش قابل توجهی در نفوذپذیری و جذب بخار آب شدند.

منبع: خبرگزاری ایسنا

محتوای آب بالاتر، پلاستیک را قادر می‌سازد تا در صورت شکسته شدن، فوراً خود را ترمیم کند.

دکتر «جینگ جینگ یو» نویسنده این پژوهش توضیح داد: پلاستیک‌های سوپرمولکولی جدید ما در مقایسه با پلاستیک‌های معمولی، هوشمندتر هستند، زیرا نه تنها خاصیت مکانیکی قدرتمند را حفظ می‌کنند، بلکه خواص دینامیکی و برگشت‌پذیری را نیز حفظ می‌کنند که باعث می‌شود این ماده خود ترمیم‌پذیر و قابل استفاده مجدد باشد.

پلیمرهای خود ترمیم شونده یک فناوری امیدوارکننده با پتانسیل گسترده هستند و در آینده می‌توانند در رنگ‌های خودرو که قادر به ترمیم خراش‌های خود خواهند بود، قاب‌های گوشی‌ها که خودشان را ترمیم می‌کنند و باتری‌های نسل بعدی، تعبیه شوند. دانشمندان بر این باورند که استفاده از این رویکرد برای ترکیب این ویژگی با قابلیت تجزیه و بازیافت آسان‌تر، مسیرهای جدید و هیجان‌انگیزی را برای پلاستیک‌های فوق مولکولی که دوست‌دار محیط زیست هستند، باز می‌کند.

یو می‌گوید: شواهد در حال ظهور نشان داده است که LLPS می‌تواند فرآیند مهمی در طول تشکیل محفظه‌های سلولی باشد. اکنون ما از این پدیده الهام گرفته‌ایم و روشی را برای مقابله با چالش بزرگ محیط زیست توسعه داده‌ایم. من معتقدم که در آینده‌ی نزدیک، مطالب جالب‌تری از فرآیند LLPS به گوش خواهد رسید. نتایج این پژوهش در مجله *Angewandte Chemie* منتشر شده است.

منبع: خبرگزاری ایسنا



معرفی دانشگاه

sabataheri@aut.ac.ir

صبا طاهری



MONASH
University

دانشگاه موناش

گرفته شده است. دانشگاه موناش امکان تحصیلات در سطح اول جهانی را برای دانشجویان خود فراهم کرده است و یکی از دانشگاه‌های عضو «گروه هشت» استرالیا است. این گروه مجموعه‌ای از دانشگاه‌های شناخته شده به خاطر کیفیت عالی‌شان در پژوهش، تحصیل و بورسیه‌های تحصیلی است. دانشکده کسب و کار دانشگاه موناش نشان سه گانه اعتبار را توسط EQUIS، AACSB و AMBA دریافت کرده است. این نشان یک نشان کیفیت عالی است که تطابق مدارک کسب و کار با بالاترین استانداردهای ممکن را تضمین می‌کند. کمتر از ۱٪ از همه دانشکده‌های کسب و کار در سرتاسر جهان دارای نشان سه گانه اعتبار هستند.

دانشکده‌های دانشگاه موناش

دانشگاه موناش به ۱۰ دانشکده تقسیم‌بندی شده است. این بخش‌ها دپارتمان‌های تحصیلی و مراکز پژوهشی اصلی دانشگاه را شامل می‌شود. دانشکده‌های دانشگاه موناش عبارتند از:

دانشکده طراحی و معماری (MADA)

دانشکده هنر

دانشکده اقتصاد و کسب و کار

دانشکده آموزش

دانشکده مهندسی

دانشکده فناوری اطلاعات

دانشگاه موناش یک دانشگاه تحقیقاتی عمومی در ملبورن استرالیا بوده که در سال ۱۹۵۸ میلادی تاسیس شده و دومین دانشگاه قدیمی ایالت ویکتوریا می‌باشد. این مرکز علمی علاوه بر عضویت در گروه ۸ (دانشگاه‌های مطرح استرالیا)، از اعضای انجمن مؤسسات آموزش عالی جنوب شرق آسیا می‌باشد و بیشترین تعداد متقاضی آموزش را در ایالت ویکتوریا به خود اختصاص داده است. موناش خانه امکانات پژوهشی بزرگی از جمله سینکروتون استرالیا و مرکز سلول‌های بنیادی استرالیا می‌باشد. این دانشگاه دارای مراکز متعددی بوده که شامل ۵ مرکز در ایالت ویکتوریا (کلایتون، کالفیلد، برویک، پنینسولا، پارکویل) و مراکزی در مالزی، ایتالیا، هند، چین و آفریقای جنوبی می‌باشد.

تاریخچه

دانشگاه مانس یا موناش نام خود را از نام فردی به نام سر جان موناش، یک استرالیایی مشهور که تقریباً در همه سطوح زندگی استرالیایی تاثیرگذار بوده، گرفته است. نه تنها این دانشگاه نام سر جان موناش را به دوش می‌کشد، بلکه از تفکر و فلسفه او نیز الهام گرفته است. او مردی بود که از تحصیل برای تبدیل استعداد ذاتی‌اش به توانایی‌های خود استفاده کرد، که این امر به او امکان تحقق اهداف جسورانه‌اش را فراهم کرد. شعار دانشگاه موناش یعنی "من هنوز در حال یادگیری هستم" نیز از روش زندگی این فرد تاثیرگذار استرالیایی

- دانشکده حقوق
- دانشکده پزشکی، پرستاری و علوم سلامت
- دانشکده داروسازی و علوم دارویی
- دانشکده علوم

دانشکده‌ی مهندسی شامل دپارتمان‌های مختلفی از جمله مهندسی شیمی و بیولوژی، عمران، برق و سامانه‌های کامپیوتری، مکانیک و هوا فضا و علوم و مهندسی مواد است. اگرچه علوم و مهندسی پلیمر یک زمینه‌ی بین رشته‌ای است و کاربرد گسترده‌ای در حوزه‌های مختلف دارد، اما در دپارتمان علوم و مهندسی مواد، گروه تحقیقاتی پلیمر به‌طور مجزا یافت می‌شود و به همین جهت در ادامه به بررسی این دپارتمان پرداخته خواهد شد.

دپارتمان علوم و مهندسی مواد

مهندسان مواد نه تنها با ساخت مواد جدید، بلکه با بهبود مواد موجود تاثیر بسزایی در پیشرفت علم دارند. محققان و فارغ التحصیلان در در دانشگاه موناخ در حال پژوهش برای دستیابی به مواد مستحکم‌تر، سبک‌تر، کاربردی‌تر، مقرون به صرفه‌تر و تجدیدپذیر هستند. تلاش آن‌ها در تمامی زمینه‌های مهندسی، ساخت و علوم بهداشت نقش مهمی دارد و به همین جهت مهندسیین مواد به‌طور روز افزونی مورد نیاز قرار می‌گیرند. این دپارتمان دارای برنامه‌های تحقیقاتی فعال با منابع مالی کافی است که شامل تجهیزات و امکانات مدرن و جامع و تعداد قابل توجهی اعضای تحصیلات تکمیلی و محقق می‌باشد. پروژه‌ها نیز طیف گسترده‌ای از موضوعات پایه‌ای تا همکاری‌های زیادی با حمایت صنعت و دولت را شامل می‌شود. زمینه‌های تحقیقاتی دپارتمان علوم و مهندسی مواد عبارتند از:

- ساخت افزایشی
- مواد زیستی
- مواد کاربردی و انرژی
- فلزات و آلیاژها
- تئوری مواد، مدل‌سازی و شناسایی
- پلیمرها

برنامه تحقیقاتی پلیمرها

مواد پلیمری با استفاده از فرایندپذیری آسان و عاملیت‌شان برای طیفی از کاربردهای پیچیده مورد پژوهش قرار می‌گیرند. گستره‌ی تخصص در این دپارتمان از شیمی پلیمر تا مهندسی پلیمر و خواص سطحی پلیمرها وجود دارد. مواد پلیمری تجدید پذیر از منابع زیستی به عنوان جایگزینی برای مواد سنتزی مورد بررسی قرار می‌گیرند. ماکرو-ساختار پلیمرها از جمله تداخل آن‌ها قابل کنترل است و یا می‌توان با کمک نانوذرات خواص را تغییر داد تا خواص مکانیکی و عاملیت

الکترومغناطیسی و زیستی بهتری داشته باشند. چنین ساختارهای متخلخل پلیمری، الیاف الکتروریسی شده و یا هیدروژل‌ها برای مهندسی بافت و دارورسانی کاربرد دارند و حتی می‌توانند در غشاءهای اسمزی استفاده شوند. سامانه‌های هوشمند از جمله پوشش‌های خود ترمیم‌شونده می‌توانند تحت انواعی از محرک‌ها تعمیر شوند. پلیمرهای نیمه رسانا نیز جهت کاربردهای الکترونیکی مورد مطالعه قرار می‌گیرند. همچنین چاپ سه بعدی به عنوان روش نوینی از فرایند کردن مواد پلیمری برای کاربردهای ساختاری و بیولوژیکی به‌طور روز افزونی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

زمینه‌های تحقیقاتی گروه پلیمرها در دپارتمان علوم و مهندسی مواد دانشگاه موناخ و تخصص در هر یک از این زمینه‌ها به صورت موردی در ذیل اشاره خواهد شد. اساتید و متخصصان در هر یک از این حوزه‌ها نیز در سایت این گروه به تفکیک قابل ملاحظه است. همچنین برای انجام تحقیقات، تجهیزات و امکانات نوینی در اختیار محققان قرار می‌گیرد.

- غشاء و داربست‌ها

- پلیمرهای متخلخل، کشت سلولی، کاربردهای مهندسی بافت، تصفیه آب، الکتروریسی نانوالیاف، داربست‌های سه بعدی، مواد هیبرید و زیست‌تقلید

- هیدروژل‌ها

- دارورسانی، مهندسی بافت، اسمز پیش‌رونده

- پوشش و کامپوزیت‌ها

- ترمیم پوشش‌ها با محرک، پلیمرهای آلیاژ شده رسانا، تکنولوژی سد گاز، کاربردهای هوا فضا، افزودنی‌های پلاستیک، پلیمرهای آلیاژ شده

- پلیمرهای الکتروفعال

- نیمه رساناهای آلی، مواد الکترونیکی آلی، فناوری حس‌گر، دستگاه‌های الکترونیکی پوشیدنی و منعطف

- علوم پلیمر پایه‌ای و در حال توسعه

- لیگنوسلولزیک، پلیمرهای شاخه‌ای، آلیاژهای پلیمری، مواد هیبرید و زیست‌تقلید، پلیمرهای ترموست

تحصیل در مقطع تحصیلات تکمیلی

مهندسی دانشگاه موناخ یک مرکز ممتاز جهانی برای تحقیقات مهندسی است و به‌طور پیاپی جایگاه بالایی در رتبه‌بندی بین‌المللی می‌یابد. با همکاری صنعت و موسسات شناخته‌شده و بزرگ دنیا پژوهش‌های نوینی برای کمک به جامعه و دنیا انجام می‌شود. یکی از تعهدات این مرکز آموزش نسل بعدی رهبران و محققان طی برنامه‌های مقطع تکمیلی است و دانشجویان این فرصت را دارند که در یک محیط حمایتی پویا با دسترسی به امکانات پیشرفته، تأثیرگذار باشند و مسائل دنیای واقعی را حل کنند.

هر دانشجوی تحصیلات تکمیلی تحت هدایت و نظارت اساتید مشهور جهان با دانش تخصصی در حوزه تحقیقاتی خود تحصیل خواهد کرد. همه اساتید راهنما در موناخ دارای اعتبار هستند و به آن‌ها فرصت‌های توسعه حرفه‌ای مستمر داده می‌شود تا اطمینان حاصل شود که دانشجویان از حمایت مورد نیاز برخوردار خواهند بود.

مهندسی موناخ دارای ارتباطات قوی در سراسر جهان با شرکای نهادی و صنعتی در آسیا، اروپا و آمریکای شمالی می‌باشد. دانشجویان تحصیلات تکمیلی در موناخ وارد یک محیط تحقیقاتی می‌شوند که با همکاران خارج از دانشگاه و فراتر از استرالیا درگیر خواهند بود. دانشجویان این فرصت را دارند که برای ارائه تحقیقات، شبکه‌سازی و انجام تحقیقات خود به صورت مشترک با سایر مؤسسات معتبر به سفرهای بین‌المللی بپردازند. موناخ و دانشکده مهندسی تعدادی طرح و جوایز ارائه می‌دهد تا اطمینان حاصل شود که دانشجویان فرصت انجام این کار را دارند.

دانشجویان تحصیلات تکمیلی موناخ را نه تنها با تخصصی ارزشمند، بلکه با طیف وسیعی از مهارت‌های قابل انتقال که می‌تواند در طیف وسیعی از حوزه‌ها در داخل و خارج از دانشگاه اعمال شود، ترک می‌کنند که عبارتند از: مهارت‌های تحلیلی و حل مسئله، تخصص مدیریت پروژه، قابلیت ارائه و شبکه‌سازی، استعداد ارتباط و مصاحبه و همچنین انعطاف‌پذیری و توانایی مدیریت نتایج. این‌ها مهارت‌هایی است که فارغ‌التحصیلان تحقیقاتی مهندسی موناخ را به پیشروان تحقیقاتی و مهندسی در سراسر جهان در صنعت و دانشگاه سوق داده است.

دانشجویانی که در مقطع دکتری ثبت نام کرده‌اند، برنامه دکتری مهندسی را انجام خواهند داد که شامل مازول‌هایی در مورد یک پارچگی تحصیلی و انجام تحقیقات است. دانشجویان همچنین دو واحد درسی را می‌گذرانند که دانش فنی آن‌ها را افزایش می‌دهد و با کمک آن می‌توانند تخصصشان را در حوزه تحقیقاتی مورد نظر عمیق کنند یا درک حوزه‌های خارج از موضوع خود را گسترش دهند. دانشجویان همچنین طیف وسیعی از فعالیت‌های توسعه حرفه‌ای را در اختیار دارند که به مهارت‌های نرم مورد نیاز برای محققان در طول دوره تحصیلی و در زندگی حرفه‌ای‌شان کمک می‌کند.

ادامه تحصیل در رشته علوم و مهندسی مواد

دپارتمان مهندسی مواد یکی از بزرگ‌ترین مدارس تحصیلات تکمیلی در دانشگاه موناخ است که تعداد دانشجویان آن در مقطع تکمیلی به حدود ۶۰ نفر می‌رسد. برنامه‌های تحقیقاتی که ارائه می‌شوند شامل کارشناسی ارشد مهندسی، کارشناسی ارشد مقدماتی و دکتری است. متقاضیان مدارج بالاتر در دپارتمان مهندسی مواد که مدرک کارشناسی ارشد تحقیقاتی استرالیایی را ندارند، باید ابتدا برای مقطع کارشناسی ارشد ثبت نام کنند. داوطلبان می‌توانند پس از تکمیل موفقیت‌آمیز «امتحان انتقال» (۱۲ ماه پس از ثبت نام) با تاریخ اولیه‌ای که

تحقیقات خود را در آن شروع کرده‌اند، به دکترا منتقل شوند. متقاضیان باید دارای مدرک افتخاری استرالیایی یا معادل آن باشند.

از جمله ملزومات اپلای برای متقاضیان بین‌المللی رشته مهندسی و شاخه‌ی مهندسی مواد در مقطع کارشناسی ارشد، مدرک لیسانس مهندسی استرالیایی (یا معادل آن) در رشته‌ای مرتبط با تخصص مورد مطالعه در دوره کارشناسی ارشد طبق تایید دانشکده با حداقل نمره‌ی بالا (۶۵٪) می‌باشد. مدارک تحصیلی که به زبان انگلیسی نباشند نیاز به ارائه‌ی نسخه‌های ترجمه شده و تایید شده دارند. موناخ مترجمان واجد شرایط سازمان ملی اعتباربخشی مترجمان (NAATI) را ترجیح می‌دهد.

برای دانشجویان بین‌المللی که زبان اول آن‌ها انگلیسی نیست، ارائه رسمی یکی از نمرات آزمون‌های زیر ضروری است.

• آیلتس (آکادمیک): مجموع نمره ۶.۵، حداقل نمره‌ی هر مهارت ۶.

• تافل (اینترنتی): مجموع نمره ۷۹، حداقل نمره‌ی مهارت ری딩 ۱۳، لیسنینگ ۱۲، اسپیکینگ ۱۸ و رایتینگ ۲۱.

دوره یک‌ساله کارشناسی ارشد مهندسی مواد شامل ۴۸ واحد است که در سه بخش ساختار یافته است: بخش الف واحدهای هسته مشترک، بخش ب واحدهای هسته تخصصی و بخش ج واحدهای تقویتی. واحدهای هسته مشترک برای ایجاد سواد فناوری اطلاعات و توسعه مهارت‌های ضروری طراحی شده‌اند که تئوری را به عمل مهندسی و تحقیق تبدیل می‌کند. در بخش واحدهای هسته تخصصی، پیشرفت‌ها و فناوری‌های پیشرفته فعلی شناسایی، تفسیر و ارزیابی انتقادی می‌شوند تا راه‌حل‌های طراحی مبتنی بر شواهد با تخصص ترکیب شوند. بخش واحدهای تقویتی نیز برای توسعه دانش در نظر گرفته شده‌اند؛ خارج از تخصص مهندسی انتخاب شده و یا در رشته‌هایی که با مهندسی در ارتباط هستند.

در رابطه با مقطع دکتری همه متقاضیان باید قادر به نشان دادن ظرفیت برای انجام تحقیقات مستقل و آموزش و توانایی کافی برای پیگیری دوره تحصیلی پیشنهادی باشند. در تمام موارد، صلاحیت‌های شرح داده شده در زیر باید از نظر کمیته تحقیقات فارغ‌التحصیلان (GRC) از دانشگاه موناخ یا موسسه‌ای معادل آن باشد. حداقل شرایط لازم برای پذیرش در مقطع دکتری عبارتند از:

• مدرک لیسانس که حداقل به چهار سال تحصیل تمام وقت در یک رشته مربوطه نیاز دارد و معمولاً شامل یک مؤلفه تحقیقاتی در سال چهارم است که منجر به افتخارات A یا A⁺ در یک زمینه مربوطه می‌شود.

• دوره‌ای که منجر به سطحی می‌شود که توسط بخش،

کمک هزینه دانشجویی

ارزش کل بورسیه (بدون مالیات) ۲۹۵۰۰ دلار در سال (نرخ ۲۰۲۱) می‌باشد. برای دانشجویان بین‌المللی بورسیه‌هایی برای شهریه در دسترس است. دوره‌های بورس تحصیلی جداگانه برای دانشجویان داخلی و بین‌المللی وجود دارد. برای دریافت بورسیه‌های تحقیقاتی تحصیلات تکمیلی داخلی، متقاضی باید شهروند استرالیا، شهروند نیوزلند یا مقیم دائم استرالیا باشد. بورسیه‌های تحقیقاتی کارشناسی ارشد بین‌المللی برای متقاضیان غیر داخلی موجود است که هم کمک هزینه زندگی و هم شهریه (نرخ دانشجویان بین‌المللی) می‌باشد. همچنین متقاضیان باید مدرک ممتازی از یک دانشگاه استرالیایی یا مدرک معادل آن را در رشته مربوطه از دانشگاه خارجی داشته باشند. دریافت‌کنندگان این بورسیه نیز باید پیشرفت تحصیلی رضایت بخشی را در سراسر دوره پژوهشی خود حفظ کنند. اولین مرحله در فرآیند درخواست این است که استاد راهنما را بر اساس مشخصات تحقیقاتی اساتید که در سایت دپارتمان هست شناسایی کرده و پس از مکاتبه و ارسال رزومه در رابطه با پروژه‌های محتمل با آنان در ارتباط قرار بگیرید؛ سپس اساتید دعوت‌نامه رسمی صادر خواهند کرد که می‌توان از آن برای شروع فرآیند پذیرش آنلاین استفاده کرد. در دپارتمان علوم و مهندسی مواد برای متقاضیان دکتری سالانه چهار نوبت بورسیه موجود است. مهلت پایانی ثبت درخواست بورسیه به شرح زیر است:

- دانشجویان بین‌المللی: نوبت اول ۳۱ مارس و نوبت دوم ۳۱ آگوست
- دانشجویان داخلی: نوبت اول ۳۱ مه و نوبت دوم ۳۱ اکتبر

منبع: <https://www.monash.edu>

دانشکده و کمیته مربوطه به عنوان معادل درجه افتخارات ۱ یا A2 در یک رشته مربوطه رتبه بندی شده است.

• مدرک کارشناسی ارشد که مستلزم کار است، معمولاً شامل یک جزء تحقیقاتی مهم، شامل حداقل ۲۵٪ از یک سال کار معادل تمام وقت، از جمله پایان نامه. معمولاً انتظار می‌رود که برای پایان نامه یا پروژه تحقیقاتی نمره A2 کسب شود. در صورت عدم درجه بندی، گزارش‌های ممتحنان در نظر گرفته خواهد شد.

• متقاضیان دارای شرایطی هستند که از نظر GRC معادل موارد فوق تلقی می‌شوند.

• مهارت در زبان انگلیسی که حداقل‌های مشابه نمرات ذکر شده برای دوره کارشناسی ارشد دارد.

• اقدام برای ویزای دانشجویی مخصوص دانشجویان بین‌المللی.

پس از بررسی حداقل ملزومات تحصیلی نیاز است تا پیش از ثبت درخواست پذیرش در مقطع تکمیلی، اظهار علاقه طبق دستورالعمل‌های ارائه شده در زمان مشخص به دانشکده یا واحد دانشگاهی مربوطه ارسال شود. هر دانشکده فرآیند متفاوتی دارد، بنابراین لازم است دستورالعمل‌های ارائه شده به دقت خوانده شود و از تاریخ‌ها و مهلت پایانی ارائه مدارک آگاهی یافت، به خصوص اگر برای بورسیه درخواست داده می‌شود. اگر EOI متقاضی موفقیت آمیز باشد، دانشکده دعوت‌نامه‌ای برای پذیرش صادر می‌کند. شروع دوره کارشناسی ارشد در ترم جولای می‌باشد، در حالی که دانشجویان متقاضی دکتری می‌توانند در هر زمان پذیرش شوند.



معرفی محصول نوپا

باشد که حساسیت خاصی نسبت به دما یا pH داشته باشند؛ همچنین از سوپرجاذب‌ها در صنایع نفتی به عنوان سیال حفاری جهت کندن و انتقال مواد حاصل از حفاری از انتهای چاه به سطح زمین استفاده می‌شود و این سیال حفاری در حال حاضر وظایف گوناگونی را بر عهده دارد. سوپرجاذب‌های بهداشتی بر خلاف نوع کشاورزی، آب را در داخل ساختار خود جذب می‌کند و دیگر پس نمی‌دهد. این نوع سوپرجاذب‌ها باید توانایی جذب تحت بار و سرعت جذب بالا داشته باشند تا مایعات خروجی از بدن را به راحتی و در کمترین زمان ممکن جذب کنند.

سوپرجاذب‌های بهداشتی

بیشترین حجم هیدروژل تولید شده در سراسر جهان در پوشک‌های یکبار مصرف استفاده می‌شود. بنابراین، بیشتر کارهای تحقیقاتی بر روی گریدهای بهداشتی متمرکز شده است که معمولاً با کرک در پوشک استفاده می‌شود که به دلیل تقاضای بازار برای پوشک نازک‌تر، سوپرجاذب بیشتر و کرک کمتری در پوشک گنجانده می‌شود. به‌طور کلی مزایای استفاده از سوپرجاذب‌های بهداشتی را می‌توان به صورت زیر بیان نمود.

جذب رطوبت و سایر مایعات خروجی از بدن انسان

جلوگیری از پس دادن ادرار و خون به لباس نوزاد و بانوان

قابلیت استفاده از لباس‌های زیر به مدت طولانی

فناوران آب‌بان بسیار، جمعی از فارغ‌التحصیلان و دانشجویان نخبه‌ی دانشگاه‌های برتر کشور هستند که در زمینه تحقیق، توسعه و تولید محصولات مختلف پلیمری اعم از لاستیک، پلاستیک، چسب، هیدروژل و ... فعالیت می‌کنند. از آن‌جا که در کشور فاصله میان صنعت و دانشگاه همیشه احساس شده، این گروه می‌کوشد تا با دانش خود در حد توان از معضلات و مشکلات موجود در صنعت کشور کاسته و در جهت سودآوری و بهینه‌سازی هر چه بیشتر خطوط صنعتی حرکت کند. در ذیل به معرفی تعدادی از محصولات و خدمات این شرکت از جمله سوپرجاذب بهداشتی و فلوکولانت می‌پردازیم.

سوپرجاذب‌ها

سوپرجاذب‌ها نوع خاصی از هیدروژل‌ها هستند که به دلیل چگالی کم اتصالات عرضی توانایی جذب میزان زیادی آب را داخل ساختار خود دارند. این مواد توانایی جذب آب حتی تا ۱۰۰۰ برابر وزن خود را دارا هستند. کاربرد سوپرجاذب‌ها بسیار متنوع بوده اما بیش‌ترین حجم تولید و مصرف این پلیمرها به مصارف بهداشتی و کشاورزی اختصاص دارد. سوپرجاذب‌ها در زمینه‌های مختلف مانند بسته‌بندی مواد غذایی، مصارف پزشکی و دارویی، جذب یون‌های سنگین و سموم، تصفیه‌ی آب و پساب، ازدیاد برداشت از چاه‌های نفت، صنایع آرایشی و بهداشتی و ... کاربرد دارند. به‌طور کلی، بسته به زمینه کاربرد سوپرجاذب‌ها، وظایف و خواص مورد انتظار و ساختار آن‌ها متفاوت خواهد بود؛ به عنوان مثال سوپرجاذب‌های کشاورزی باید علاوه بر ظرفیت جذب، حساسیت یونی کمتر و استحکام ژل بیشتری داشته باشند و بتوانند چندین سال در خاک دوام بیاورند و عمل جذب و واجذب آب را به ریشه تکرار کنند. برخی از سوپرجاذب‌ها در زمینه داروسازی و جراحی کاربرد دارند. ساختار این سوپرجاذب‌ها باید به گونه‌ای

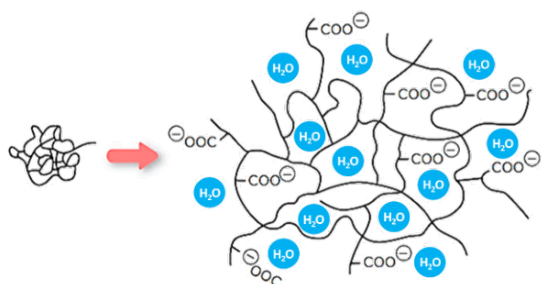
سرعت جذب (روش گرداب)

روش گرداب، سریع‌ترین و ساده‌ترین راه برای ارزیابی نرخ تورم سوپرجاذب‌ها است که اغلب در آزمایشگاه‌های تحقیق و توسعه فنی استفاده می‌شود. در این روش آب یا محلول نمک (۵۰ گرم) در یک بشر ۱۰۰ میلی‌لیتری ریخته شده و دمای آن در ۳۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم و با استفاده از همزن مغناطیسی با سرعت ۶۰۰ دور بر دقیقه به هم زده می‌شود. نمونه سوپرجاذب اضافه شده و زمان سپری شده از افزودن سوپرجاذب بهداشتی به سیال تا ناپدید شدن گرداب اندازه‌گیری می‌شود. سرعت جذب سوپرجاذب‌های بهداشتی باید تا حد امکان زیاد باشد تا بتوانند در سریع‌ترین زمان ممکن خون و ادرار را جذب کرده و از پس دادن این مایعات به لباس جلوگیری کنند.



تاکنون پتنت‌ها و مقالات متعددی در زمینه سوپرجاذب‌های بهداشتی منتشر شده‌است. هدف اصلی تمامی این تحقیقات رسیدن به سوپرجاذبی با خواص زیر است:

ردیف	خصلت	میزان	روش انجام تست
۱	جذب تحت بار ۷٪ isp و آب نمک ۹٪	۰۲-۰۳ (گرم)	OSI ۱۰۰۲-۷-۰۹۱۷۱
۲	میزان مونومر باقی مانده	۰۰۳ (mpp)	OSI ۱۰۰۲-۲-۰۹۱۷۱
۳	سرعت جذب	>۱ (دقیقه)	dohtem xetroV



خدمات شرکت

فناوران آب‌بان بسیار آمادگی دارد تا خدمات زیر را در جهت تولید سوپرجاذب‌های بهداشتی در خدمت صنایع قرار دهد:

تحقیق و توسعه و ساخت نمونه آزمایشگاهی سوپرجاذب‌های بهداشتی

تولید نیمه‌صنعتی محصول در صورت تامین تجهیزات

مشاوره فنی برای خرید و تامین تجهیزات تولید صنعتی سوپرجاذب‌های بهداشتی

بهینه‌سازی خط تولید و فرمولاسیون محصول مطابق با به‌روزترین سوپرجاذب‌های تولیدی در دنیا

از جمله دیگر خدمات و محصولات این شرکت کمک منعقدکننده یا فلوکولانت می‌باشد. پساب تولید شده از انواع صنایع به طور معمول حاوی جامدات معلق بسیار ریز، جامدات

شایان ذکر است میزان استفاده سوپرجاذب‌های بهداشتی در هر پوشک بچه یا بزرگسال ۱۰-۱۵ گرم است. این در صورتی است که جذب تحت بار (AUL) ۱۰-۱۵ گرم آب نمک به ازای هر گرم سوپرجاذب باشد. اکنون به ترتیب به بحث در مورد هر یک از این خصلت‌ها می‌پردازیم:

جذب تحت بار (AUL)

جذب تحت بار (AUL) معمولاً در متون ثبت اختراع و برگه‌های داده‌های فنی توسط سازندگان صنعتی سوپرجاذب‌های بهداشتی ارائه می‌شود. هنگامی که اصطلاح AUL بدون مشخص کردن محیط تورم آن استفاده شود، به معنای جذب محلول آب نمک ۹٪ تحت فشار برخی از بارها (فشارهای ۳/۰، ۶/۰، یا ۹/۰ psi) است. هر چه میزان این خصلت بیشتر باشد، میزان مصرف سوپرجاذب در هر پوشک کاهش یافته و در واقع سوپرجاذب بهداشتی از کیفیت بهتری برخوردار خواهد بود. در صورتی که بتوان این خصلت را به عدد ۳۰ رساند در واقع می‌توان میزان مصرف سوپرجاذب در هر پوشک یا نوار بهداشتی را نصف کرد.

میزان مونومر باقی مانده

مشکلی که میزان مونومر باقی مانده ایجاد می‌کند، حساسیت پوستی است. در واقع اگر میزان این ماده از ۵۰۰ ppm بیشتر باشد برای کودکان و پوست حساس آن‌ها مشکل ایجاد می‌کند. این میزان در جدیدترین مقالات و استانداردها تا ۳۰۰ ppm کاهش یافته‌است.

محلول، ذرات معدنی و آلی، فلزات و سایر ناخالصی‌ها است. به دلیل اندازه بسیار کوچک ذرات و وجود بار سطحی، وظیفه نزدیک کردن این ذرات به جرم سنگین‌تر برای ته‌نشینی و فیلتراسیون چالش برانگیز است. از این رو، حذف این ذرات کلوئیدی از پساب به چالشی جدی برای صنایع تبدیل می‌شود. از فناوری‌های مختلف سنتی و پیشرفته برای حذف ذرات کلوئیدی از پساب مانند: تبادل یونی، فیلتراسیون غشایی، رسوب‌گذاری، شناورسازی، استخراج حلال، جذب، انعقاد، لخته‌شدن، روش‌های بیولوژیکی و الکترولیتی استفاده شده‌است. در میان آن روش‌ها، انعقاد/ لخته‌شدن یکی از پرکاربردترین فرایندهای جداسازی جامد-مایع برای حذف جامدات معلق و محلول، کلوئیدها و مواد آلی موجود در پساب صنعتی است. این یک روش ساده و کارآمد برای تصفیه پساب است و برای تصفیه انواع مختلف پساب مانند: پساب نساجی، پساب معادن، پساب روغنی، شیرابه‌های دفن بهداشتی و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این فرایند، پس از افزودن ماده منعقدکننده و/یا لخته‌کننده، ذرات ریز تقسیم شده یا پراکنده‌شده با هم جمع شده یا تجمع می‌یابند تا ذرات بزرگی (فلوک) تشکیل و ته‌نشین شود و باعث شفاف‌سازی سیستم شوند. انعقاد عمدتاً توسط منعقدکننده‌ها که اکثراً نمک‌های فلزی معدنی مانند سولفات آلومینیوم و آهن کلرید هستند، ایجاد می‌شود. در برخی موارد، این نمک‌های فلزی را می‌توان در تصفیه پساب بدون کمک فلوکولانت (که به عنوان کمک منعقدکننده یا لخته‌کننده هم شناخته می‌شوند) استفاده کرد. امروزه استفاده از منعقدکننده‌ها به دلیل ناکارآمدی آن در تصفیه پساب با دوز کم و کاربرد محدود کاهش یافته است. در بیشتر موارد، فلوکولانت‌های پلیمری برای تسهیل فرایند جداسازی به همراه یا بدون منعقدکننده ترجیح داده می‌شود. تاکنون، طیف وسیعی از فلوکولانت‌ها برای بهبود روند لخته‌شدن در تصفیه پساب از جمله لخته‌کننده‌های سنتزی یا طبیعی آلی و فلوکولانت‌های پیوندی طراحی شده‌اند.

- استفاده از میزان زیاد برای لخته‌شدن کارآمد

- حساسیت بسیار به pH

- ناکارآمد نسبت به ذرات بسیار ریز

- ناکارآمد در آب سرد (به عنوان مثال کلرید پلی‌آلومینیوم)

- مناسب برای استفاده در چند سیستم پراکنده

فلوکولانت‌ها (لخته‌سازها)

در سال‌های اخیر، بسیاری از پلیمرهای سنتزی به عنوان فلوکولانت (کمک‌منعقدکننده) استفاده شده‌اند که می‌توانند کارایی انعقاد و لخته‌سازی را با نتایج امیدوارکننده افزایش دهند. فلوکولانت‌های آلی تجاری عمدتاً پلیمرهای محلول در آب هستند که بر اساس واحدهای تکراری مونومرهای مختلف مانند آکریل آمید و آکرلیک اسید پایه ریزی شده‌اند. در بیشتر موارد، آن‌ها از مواد اولیه پایه نفتی و تجدیدناپذیر مشتق شده‌اند. فلوکولانت‌های پلیمری که معمولاً استفاده می‌شوند شامل پلی‌آکریل آمید، پلی‌آکرلیک اسید، پلی‌دی‌آلیل دی‌متیل آمونیوم کلرید (DADMAC)، پلی‌آمین و دیگر پلیمرها هستند.

پلیمرها می‌توانند از نظر وزن مولکولی، ساختار (خطی در برابر انشعاب)، میزان بار، نوع بار و ترکیب درصد متفاوت باشند اما به طور کلی، پلیمرهای سنتزی به چهار شکل طبقه‌بندی می‌شوند: کاتیونی (دارای بار مثبت)، آنیونی (بار منفی)، آمفوتریک (شامل هر دو گروه‌های کاتیونی و آنیونی) و غیریونی (نزدیک به خنثی). پلیمرهای یونی به عنوان پلی‌الکترولیت نیز خطاب می‌شوند. ماهیت بارها مولفه اصلی است که تأثیر قابل توجهی بر کارایی فرایند لخته‌سازی و به دنبال آن وزن مولکولی و چگالی بار دارد. اثربخشی لخته‌سازی معمولاً بر اساس کاهش کدورت، TSS، COD و رنگ اندازه‌گیری می‌شود و اکثر مطالعات گزارش می‌دهند که بیش از ۹۰٪ حذف می‌تواند در شرایط مطلوب به‌دست آید. با مراجعه به داده‌های گردآوری شده، مشخص شد که پلی‌آکریل آمید به دلیل مزیت اقتصادی و تغییرات آسان، از کاربرد زیادی در صنایع برخوردار است. می‌توان پلی‌آکریل آمید را با عملکردهای مختلف (بار مثبت، منفی یا خنثی) با وزن مولکولی و چگالی بار مختلف سنتز کرد، جایی که می‌توان از آن برای ایجاد عملکرد ته‌نشینی خوب با هزینه نسبتاً کم استفاده کرد.

استفاده گسترده از پلیمرها به عنوان فلوکولانت به دلیل

محلول، ذرات معدنی و آلی، فلزات و سایر ناخالصی‌ها است. به دلیل اندازه بسیار کوچک ذرات و وجود بار سطحی، وظیفه نزدیک کردن این ذرات به جرم سنگین‌تر برای ته‌نشینی و فیلتراسیون چالش برانگیز است. از این رو، حذف این ذرات کلوئیدی از پساب به چالشی جدی برای صنایع تبدیل می‌شود. از فناوری‌های مختلف سنتی و پیشرفته برای حذف ذرات کلوئیدی از پساب مانند: تبادل یونی، فیلتراسیون غشایی، رسوب‌گذاری، شناورسازی، استخراج حلال، جذب، انعقاد، لخته‌شدن، روش‌های بیولوژیکی و الکترولیتی استفاده شده‌است. در میان آن روش‌ها، انعقاد/ لخته‌شدن یکی از پرکاربردترین فرایندهای جداسازی جامد-مایع برای حذف جامدات معلق و محلول، کلوئیدها و مواد آلی موجود در پساب صنعتی است. این یک روش ساده و کارآمد برای تصفیه پساب است و برای تصفیه انواع مختلف پساب مانند: پساب نساجی، پساب معادن، پساب روغنی، شیرابه‌های دفن بهداشتی و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این فرایند، پس از افزودن ماده منعقدکننده و/یا لخته‌کننده، ذرات ریز تقسیم شده یا پراکنده‌شده با هم جمع شده یا تجمع می‌یابند تا ذرات بزرگی (فلوک) تشکیل و ته‌نشین شود و باعث شفاف‌سازی سیستم شوند. انعقاد عمدتاً توسط منعقدکننده‌ها که اکثراً نمک‌های فلزی معدنی مانند سولفات آلومینیوم و آهن کلرید هستند، ایجاد می‌شود. در برخی موارد، این نمک‌های فلزی را می‌توان در تصفیه پساب بدون کمک فلوکولانت (که به عنوان کمک منعقدکننده یا لخته‌کننده هم شناخته می‌شوند) استفاده کرد. امروزه استفاده از منعقدکننده‌ها به دلیل ناکارآمدی آن در تصفیه پساب با دوز کم و کاربرد محدود کاهش یافته است. در بیشتر موارد، فلوکولانت‌های پلیمری برای تسهیل فرایند جداسازی به همراه یا بدون منعقدکننده ترجیح داده می‌شود. تاکنون، طیف وسیعی از فلوکولانت‌ها برای بهبود روند لخته‌شدن در تصفیه پساب از جمله لخته‌کننده‌های سنتزی یا طبیعی آلی و فلوکولانت‌های پیوندی طراحی شده‌اند.

مواد منعقدکننده و لخته‌کننده‌ها

مواد شیمیایی معمولی که به طور گسترده در تصفیه پساب صنعتی استفاده می‌شوند را می‌توان به دو گروه عمده طبقه‌بندی کرد: افزودنی‌های غیر آلی معدنی/ نمک‌های فلزی که به عنوان منعقدکننده استفاده می‌شوند و مواد پلیمری آلی که به عنوان لخته‌کننده استفاده می‌گردند.

منعقدکننده‌های معدنی

نمک‌های معدنی فلزات چند ظرفیتی مانند زاج، پلی‌آلومینیوم کلرید، کلرید فریک، سولفات آهن، کلرید کلسیم و کلرید منیزیم برای چندین دهه به عنوان ماده منعقدکننده به‌طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این عمدتاً به دلیل مزیت کم هزینه بودن آن‌هاست؛ زیرا قیمت بازار آن‌ها بسیار کمتر از فلوکولانت‌های شیمیایی است. با این حال، امروزه



فلوکولانت‌های کاتیونی

فلوکولانت‌های کاتیونی معمولاً برای لخته‌سازی ذرات با بار منفی استفاده می‌شوند و در تصفیه فاضلاب و لجن، تولید کاغذ، شفاف‌سازی آب و روغن، صنعت نساجی، تولید رنگ، فرآوری لبنیات و بیوتکنولوژی به کار می‌روند. در مقایسه با مونومرهای غیریونی، مونومرهای کاتیونی کمتر در دسترس و پایدار هستند. آمونیوم و سولفونیوم چهارتایی می‌توانند به عنوان مونومرهای کاتیونی برای ساختن لخته‌های کاتیونی استفاده شوند. مونومرهای کاتیونی را می‌توان برای سنتز هموپلیمرهای کاتیونی یا برای کوپلیمریزه شدن با مونومرهای غیریونی، به ویژه آکریل آمید، برای تولید لخته با چگالی بار مورد نظر استفاده کرد.

خدمات شرکت

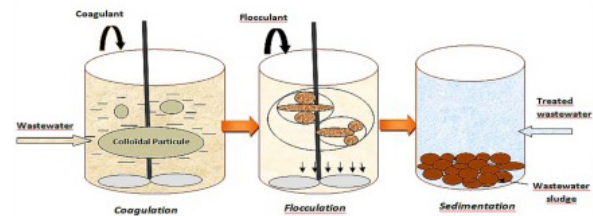
فناوران آب‌بان بسیار آمادگی دارد تا خدمات زیر را در جهت تولید فلوکولانت‌ها در خدمت صنایع قرار دهد:

۱. تحقیق و توسعه و ساخت نمونه آزمایشگاهی
۲. تولید نیمه‌صنعتی محصول در صورت تامین تجهیزات
۳. مشاوره فنی برای خرید و تامین تجهیزات تولید صنعتی فلوکولانت‌ها
۴. بهینه‌سازی خط تولید و فرمولاسیون محصول مطابق با به روزترین فلوکولانت‌های تولیدی در دنیا

منبع: abban.net

ویژگی‌های متمایز آن‌ها است. استفاده از پلیمرها راحت است، بلافاصله در سیستم‌های آبی حل می‌شود و بر pH محیط تأثیر نمی‌گذارد. آن‌ها با مقادیر کمی (به عنوان مثال چند میلی گرم در لیتر) بسیار کارآمد هستند و فلوک‌های تشکیل شده در طول لخته‌سازی بزرگ‌تر و قوی‌تر هستند. به طور معمول، یک پلی الکترولیت مناسب می‌تواند اندازه فلوک را افزایش دهد و بنابراین یک توده قوی و متراکم با شکل منظم ایجاد کند که دارای ویژگی‌های ته‌نشینی خوبی است. استفاده از پلیمرها در این روش منجر به کاهش قابل توجه ۴۰-۶۰٪ میزان مصرف منعقدکننده مورد نیاز می‌شود و حجم لجن، بار یونی فاضلاب (به ویژه سطح آلومینیوم) و هزینه‌های کلی را کاهش می‌دهد.

اگرچه پلیمرهای سنتزی محلول در آب کاربردهای گسترده‌ای به عنوان لخته‌کننده‌ها دارند، اما قیمت آن‌ها حداقل ده برابر بیشتر از مواد منعقدکننده معدنی است که بر بهبود آن تأثیر می‌گذارد.



فلوکولانت‌های آنیونی

فلوکولانت‌های آنیونی معمولاً دارای یون‌های کربوکسیلات یا سولفونات در ساختار خود هستند. آن‌ها برای لخته‌سازی ذرات با بار مثبت در بسیاری از واحدهای صنعتی، مانند فاضلاب شهری و آبگیری لجن استفاده می‌شوند. معمولاً از پلیمرهای آکریل آمید و اسید اکریلیک، یا یکی از نمک‌های فلزات قلیایی آن، به عنوان فلوکولانت‌های آنیونی استفاده می‌شوند.

در نگاه اول، ممکن است بدیهی به نظر برسد که پلیمرهای کاتیونی باید گزینه خوبی برای لخته‌سازی ذرات ریز با بار منفی باشند، اما اغلب اینطور نیست. به عنوان مثال، در سیستم‌های معدنی، رساب ذرات رس با بار منفی در محیط‌های قلیایی با فلوکولانت‌های آنیونی با وزن مولکولی بالا لخته می‌شوند. فلوکولانت‌های آنیونی به این دلیل انتخاب می‌شود که دافعه الکترواستاتیکی بین زنجیره‌های پلیمری و سطح دارای بار منفی خاک رس به پلیمر اجازه می‌دهد تا فقط در مکان‌های خنثی (عمدتاً در لبه‌های ذرات خاک رس) جذب شود و احتمال گسترش همان زنجیره فلوکولانت به محلول و جذب روی سطح را افزایش می‌دهد؛ بنابراین فلوک‌های بزرگتری تشکیل می‌شود.

حل مشكلات صنعتی

بخش تکنولوژی رنگ

تهیه و تنظیم: صبا طاهری

با تشکر از دکتر حسین یحیائی

جهت رنگ‌آمیزی کف مخزن نگهداری نفت خام چه سامانه پوششی را پیشنهاد می‌کنید؟

بخش مهندسی پلیمر

تهیه و تنظیم: پریان گرشاسبی

با تشکر از دکتر مهدی توحیدیان

مستریج مشکی که عمدتاً از اختلاط پلی اتیلن و دوده تهیه می‌شود، استفاده گسترده‌ای در صنایع تزریق پلاستیک و تولید لوله‌های پلی اتیلن دارد. توزیع دوده در محصول نهایی اغلب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. چه راهکارهای فرآیندی و موادی برای بهبود کیفیت مستریج مشکی تولید شده، جهت افزایش پراکنش مناسب دوده در محصول نهایی پیشنهاد می‌کنید؟



عمودی:

۱ نوعی از پلیمریزاسیون که تحت یک اشعه‌ی پرانرژی یا نور آغاز می‌شود.

۳ این پدیده در نمونه‌هایی اتفاق می‌افتد که تحت منبع نوری مرجع، یکسان دیده می‌شوند ولی تحت منبع نوری دیگر رنگ متفاوتی دارند.

۵ مخلوطی از رزین‌های بر پایه‌ی آکرلیک با جزء دوم یا عامل پخت که وظیفه‌ی تامین خواص مختلفی برای پوشش‌های خودروبی و همچنین خواص ظاهری آن را دارد.

۸ نویسنده‌ی کتاب Light Vision Color که به خاطر انتشار کتاب‌ها و مقالاتش در زمینه‌ی نور و رنگ موفق به دریافت جایزه Deane B. Judd در سال ۲۰۰۹ شد.

۱۰ آزمون رایج در بررسی خوردگی سطوح.

۱۱ این اثر هنگامی به وجود می‌آید که پوش‌رنگ مایع به‌طور کامل زیرآیند را تر نکند، منقبض شود و تشکیل قطره دهد.

۱۲ از اجزای مدل ظاهری رنگ.

۱۴ یک روش برای تهیه نانو کامپوزیت.

۱۷ محصول حاصل از پلیمریزاسیون امولسیون پایه آبی.

افقی:

۲ نمودار توزیع نسبی انرژی منبع نور در طول موج‌های مختلف.

۴ پدیده‌ای که با افزایش در فرکانس تکرار نمونه یا کوچک شدن نمونه در فیزیک رنگ اتفاق می‌افتد.

۶ یکی از عوامل اصلی هوازدگی که موجب تخریب مواد می‌شود.

۷ نسل جدیدی از پلیمرها که برای تعمیر کامل آسیب‌های کوچک، بدون نیاز به فرآیند جانبی است.

۹ یک عامل تاثیرگذار روی مقاومت یونی پوشش‌های آلی.

۱۳ توانایی مقابله‌ی پوشش در مقابل عبور کاتیون‌ها و آنیون‌های الکترولیت از سطح و یا نفوذ آن‌ها به‌روی سطح و یا خروج از پوشش.

۱۵ نام نقصی که باعث رخ دادن توزیع غیریکنواخت رنگدانه‌ها در فیلم خشک پس از تبخیر حلال‌ها از فیلم می‌شود.

۱۶ مولکول‌های موسوم به فسفولیپیدها با یک سر آب‌گریز و دیگری آب‌دوست.

۱۸ کاتالیست سولفورزدایی از جریان گاز طبیعی.

۱۹ نانوذراتی که به مواد ترمیمی در دندان پزشکی اضافه می‌شوند و خواص ضد میکروبی و فیزیکی و مکانیکی می‌دهند.

۲۰ پیگمنت.

