

## ذخیره و رهایش گرما با نانوالیاف هوشمند

وجود همه مزایا، این مواد محدودیت‌هایی چون کم‌بودن رسانندگی گرمایی دارند که باید برای رفع آن تلاش کرد. با این کار عملکرد مواد تغییر دهنده فاز و توجیه کاربردی آن‌ها بهبود می‌یابد.

به گفته پژوهشگر این طرح، نانوالیاف اُتکتیک اسیدهای چرب که دامنه تغییر دمایی کوچکی دارند، به روش هم‌الکترورسی

(coelectrospinning) سنتز شده است. برای افزایش رسانندگی گرمایی، نانوذرات اکسیدهای فلزی مانند  $\text{SiO}_2$ ،  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ،  $\text{Al}_2\text{O}_3$  و  $\text{ZnO}$  به محلول تولید نانوالیاف اضافه شده است. با افزودن این نانوذرات، رسانندگی گرمایی نانوالیاف تا حدود ۹۶٪ نسبت به کامپوزیت پلیمری پایه بهبود یافته است. همچنین، محدوده دمایی تغییر فاز نانوکامپوزیت‌ها حدود  $17^\circ\text{C}$  و نزدیک دمایی بدن انسان است. بنابراین، برای ذخیره‌سازی و آزادسازی انرژی در دماهای کم بسیار مفید هستند. این نتایج به کاهش هزینه ذخیره و بازیابی انرژی، قیمت تمام شده و آلودگی محیط زیست منجر می‌شوند. اصلی‌ترین کاربرد این نانوکامپوزیت‌ها در ذخیره‌سازی و آزادسازی انرژی در صنایع نساجی همچون لباس‌های هوشمند، مهندسی پزشکی و مدیریت گرمایی انواع باتری‌هاست. از آنجا که این مواد تجدیدپذیر و به دفعات (چرخه گرمایش و سرمایش) قابل استفاده‌اند، از نظر اقتصادی نیز کاملاً توجیه‌پذیر هستند.

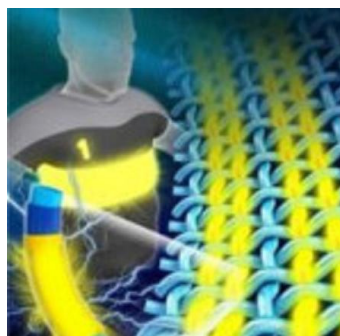
نتایج این پژوهش در نشریه Applied Energy به چاپ رسیده است.

<http://www.irna.ir/fa/News/82834235>

منبع:

پژوهشگران دانشگاه شیراز با افزودن نانوذرات اکسید فلزی به لیاف پلیمری، موفق به تولید نانوکامپوزیت‌های هوشمندی شدند که می‌توانند انرژی را ذخیره کرده و تنها با تغییرات دمایی نزدیک به دمای محیط، آن را رها کنند.

بحران انرژی و آلودگی محیط زیست، دو پدیده بسیار مطرح و حیاتی در دنیای امروزی هستند. یکی از بهترین راهکارها، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و پاک به جای سوخت‌های فسیلی است. مواد تغییر فاز دهنده، جزئی از انرژی‌های تجدیدپذیر محسوب می‌شوند. این مواد، انرژی گرمایی را به صورت گرمای نهان ذوب ذخیره می‌کنند و از فاز جامد به مایع تبدیل می‌شوند. در نهایت، با تغییرات دمایی (تغییر فاز از مایع به جامد) این گرما را آزاد می‌کنند. مهندس سید ایمان گلستانه پژوهشگر دانشگاه شیراز، ضرورت انجام طرح را تولید نانوکامپوزیت‌های هوشمند معرفی کرد تا به وسیله آن‌ها بتوان گام بلندی در زمینه ذخیره و انتقال انرژی برداشت. در ساخت این نانوکامپوزیت‌ها از مواد تغییر دهنده فاز و نانوذرات اکسید فلزی استفاده شده است. به گفته این پژوهشگر، آن دسته از کامپوزیت‌های حاوی مواد تغییر دهنده فاز از نظر کاربردی مطلوب‌اند که افزون بر دارا بودن دامنه تغییر دمایی گسترده و گرمای نهان زیاد دارای رسانندگی گرمایی مناسب باشند. نانوالیاف تغییر دهنده فاز با اهداف مختلف و روش‌های گوناگون سنتز می‌شوند. با



## استار رنگی با الهام از طبیعت به کمک پلیمرها

قابلیت تغییر رنگ طبیعی را بهتر از پلیمرهای متداول تقلید کنند. پژوهشگران می‌گویند، این مواد می‌توانند تهیه پارچه‌های استار و تزئینات هوشمند را امکان‌پذیر ساخته و اقدامات ضد جعل را بهبود دهند.

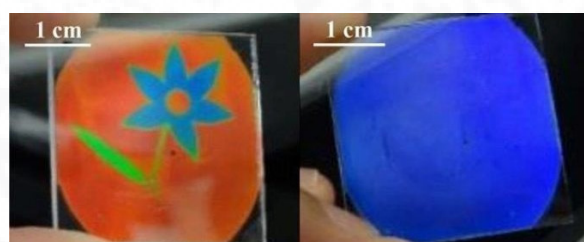
در طبیعت، رنگ‌ها می‌توانند به عنوان نوعی ارتباط کمک کنند. اما، آن‌ها می‌توانند گیاهان و حیوانات را مخفی کرده و از دید پنهان کنند. به تازگی، پژوهشگران در نشریه ACS Applied Materials and Interfaces تولید پلیمرهایی را گزارش کرده‌اند که می‌توانند

قصداشتند پلیمرهای CLC را با رنگ‌های کاملاً در طیف مرئی، ایجاد کنند.

این گروه پژوهشی برای چاپ تصویر روی پلیمر CLC که خود ساخته بودند، فناوری چاپ جوهرافشان و محلولی از کلسیم نیترات را به کار بردند. چاپ پی‌درپی لایه‌ها تا اندازه‌ای موجب تورم پلیمر CLC شد و در نتیجه رنگ را تغییر داد. در نتیجه، یک لایه آن را نارنجی‌رنگ، دومین لایه سبزرنگ و سومین لایه آن را آبی کرد. برای مثال، پژوهشگران فرایند را برای رسم گل آبی با برگ‌های سبز روی زمینه قرمز-نارنجی استفاده کردند. هنگامی که جوهر خشک شد، تصویر دیگر قابل رویت نبود و تمام سطح آبی دیده می‌شد. در حالی که تنفس روی سطح یا پاشیدن آب موجب آشکارشدن مجدد تصویر کاملاً رنگی می‌شد. پژوهشگران برای این پژوهش از بنیاد پژوهش‌های علمی هلند کمک مالی دریافت کردند.

منبع: <https://www.azom.com/news.aspx?newsID=48770>

بیشتر رنگ‌هایی که مردم با آن‌ها آشنا هستند، مانند سایه‌های روی یک کاغذ از رنگ‌دانه‌ها ساخته می‌شوند. اما نوع دیگری با نام رنگ ساختاری، زمانی ایجاد می‌شود که رنگ به وسیله ساختارهای میکروسکوپی آرایش‌یافته متناوبی ساخته می‌شود که با نور مرئی تداخل دارند. برای نمونه، پرهای دم طاووس قهوه‌ای هستند، اما هم‌آرایی پرها موجب می‌شود تا با چشم غیرمسلح سبز و آبی دیده شوند. پژوهشگران از پلیمرهای بلورمایع کلستریک (Cholesteric liquid-crystallin, CLC) برای تقلید ساختار رنگی یافت شده در طبیعت استفاده کرده و آن‌ها را به مواد پاسخگو تغییر دادند. بنابراین، Albertus P.H.J. Schenning و Monali Moirangthem



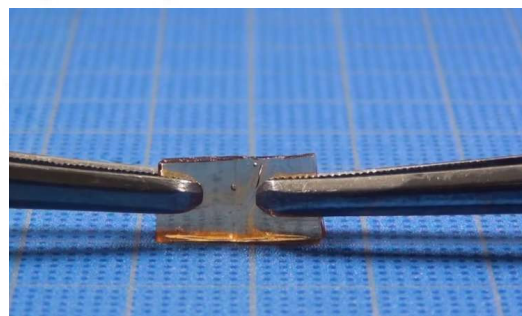
## نوعی پلیمر نیمه‌شفاف ترمیم‌شونده در دمای محیط با فشار اندک

کردند که می‌تواند به‌سادگی و با فشردن قطعات شکسته به یکدیگر ترمیم شود. به گفته پژوهشگران، یکی از اعضای گروه در حال پژوهش روی خواص چسبندگی پلیمرها بود که دریافت یکی از پلیمرهای تحت مطالعه می‌تواند تنها با فشردن قطعات به یکدیگر خود را ترمیم کند. در پی کنجکاوی اعضای گروه آن‌ها دریافتند، پیوندهای هیدروژن در این پلیمر به‌شکلی است که بلوری نمی‌شود و به زنجیرهای پلیمر اجازه حرکت آزادانه می‌دهد. این موضوع موجب می‌شود تا پیوندها در اثر تنها مقدار کمی فشار مجدداً ایجاد شوند. پس از آزمودن پیکربندی‌های متعدد، گروه به مطالعه روی پلیمر پلی‌اتر تیوره (TUEG<sub>3</sub>) متمرکز شد. این پلیمر بهترین خواص ترمیم‌شوندگی را نسبت به سایر موارد آزموده شده ارائه داد.

بنابر گزارش، این پژوهشگران برای آزمایش مواد، قطعه کوچکی از آن را به دو تکه برش داده‌اند. سپس، دو قطعه را با اعمال نیروی اندکی در دمای محیط به شکل اولیه فشار داده‌اند. پس از گذشت ۳۰ s، آن‌ها مشاهده کردند که قطعه ترمیم شده می‌تواند وزن ۳۰۰ g را تحمل کند. پژوهشگران خاطر نشان می‌کنند، فشردن ماده برای مدت‌زمانی بیش از ۳۰ s موجب تشکیل پیوندهای قوی‌تر می‌شود. سرانجام، پس از چند ساعت ماده به همان درجه از پیوند می‌رسد

گروهی از پژوهشگران دانشگاه توکیو پلیمری ساختند که هنگامی که به دو قطعه شکسته می‌شود، می‌تواند با به‌کاربردن اندکی فشار در دمای محیط ترمیم شود. این گروه با انتشار مقاله‌ای در مجله Science بیان کرده‌اند، چگونه به ساخت این پلیمر روی آوردند و این پلیمر چگونه ساخته شده و می‌تواند ترمیم شود.

مهندسان در سراسر جهان به‌شدت در تلاش‌اند تا نوعی شیشه یا پلاستیک بسازند که پس از شکستن به‌آسانی ترمیم شود. این تلاش با هدف حل مشکل صفحه‌های شکسته نمایشگرهای تلفن‌ها و سایر ابزارهای قابل حمل است. با وجود پیشرفت‌های حاصل شده، همچنان لزوم دستیابی به ماده بهتر وجود دارد. در این تلاش جدید، پژوهشگران تهیه نوع جدیدی از پلاستیک را گزارش



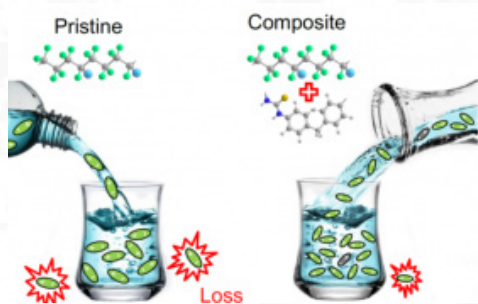
این مواد انجام پذیرد. مثلاً لازم است، آن‌ها شفاف‌تر ساخته شوند.

<https://phys.org/news>

منبع:

که در ابتدا و پیش از بریدن یا شکستن وجود داشت. با وجود تمام کارهای انجام‌شده، به‌نظر می‌رسد، پیش از استفاده از این مواد در صفحه نمایشگر تلفن‌های همراه، پژوهش‌های بیشتری باید روی

## خازن انعطاف‌پذیر با بهبود پلیمر دی‌الکتریک



توجه منجر می‌شود. در نتیجه، زمانی که ائتلاف دی‌الکتریک زیاد باشد، بازده بارگذاری-تخلیه اندک است. به‌منظور افزایش چگالی انرژی و بازده بارگذاری-تخلیه پلیمرهای دی‌الکتریک، مواد غیرآلی شامل نانوذرات، نانورق‌های فرنانازک و نانوالیاف، در ماتریس پلیمری جاسازی می‌شوند.

پژوهشگران مقدار کمی PTU آروماتیک به ماتریس P(VDF-CTFE) افزودند. پلیمر بر پایه اوره آروماتیک به‌طور مؤثر از اشباع قطبشی زودهنگام در میدانی کوچک‌تر از میدان شکست، جلوگیری می‌کند. همچنین، PTU نقص‌های ساختاری در بلورهای P(VDF-CTFE) ایجاد کرده و بلورینگی ترکیب را کاهش می‌دهد. این پژوهش فاش می‌کند، فازهای غیرقطبی، شامل نواحی بی‌شکل و بلورهای پارالکتریک نقش مهمی را در ذخیره انرژی و رفتار رهاسازی PVDF و کopolymerهای آن ایفا می‌کنند.

<http://www.advancedsciencenews.com>

منبع:

خازن‌های با عملکرد بهتر و خواص بهبودیافته برای توسعه نسل بعدی وسایل الکترونیک شخصی کوچک‌شده انعطاف‌پذیر و سامانه‌های تامین انرژی پالسی بسیار مطلوب هستند. با وجود این، پیشرفت سریع در این زمینه به‌واسطه سازگاری محدود مواد موجود و روش‌های فراورش ارجح، با مشکل مواجه شده است. در مقاله‌ای که به‌تازگی در Journal of Polymer Science: Polymer Physics منتشر شده است، پژوهشگران راه حل امیدبخشی را برای این مشکل ارائه داده‌اند که شامل مخلوط‌کردن مقدار کمی ماده آروماتیک پلی‌تیوره (PTU) در پلی(وینیلیدین فلئورید-کلروتری‌فلئورواتیلن) یا P(VDF-CTFE)، به‌منظور افزایش ظرفیت ذخیره و فراورش‌پذیری ماده کامپوزیتی است.

پلیمرهای دی‌الکتریک آروماتیک خطی برپایه اوره، پلیمرهای بی‌شکل با ممان دوقطبی بزرگ هستند. این پلیمرها دارای بازده بسیار زیاد بارگذاری-تخلیه یا ائتلاف انرژی اندک هستند. متأسفانه، این پلیمرهای دی‌الکتریک به‌ندرت در حلال‌های قطبی متداول محلول بوده و شکننده هستند. افزون بر این، آن‌ها با روش‌های فراورش فیلم نازک کاربرد شامل ریخته‌گری محلول، پرس گرم و جهت‌دهی دوجوری ناسازگارند.

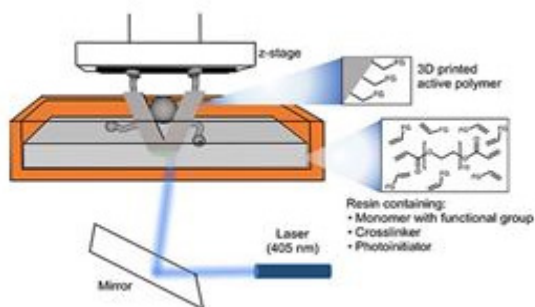
کopolymerهای بر پایه VDF با کلروتری‌فلئورواتیلن (CTFE) و هگزافلئورو-پروپیلن (HFP) ثابت‌های دی‌الکتریک و چگالی انرژی زیادی در میدان الکتریکی قوی دارند. با وجود این، برهم‌کنش دوقطبی قوی در پلیمرهای بر پایه VDF به پسماند قطبشی درخور

## فرایند نوین با قابلیت چاپ سفارشی کاتالیزورها

برای واکنش‌های شیمیایی پیچیده در بسیاری از صنایع می‌گشاید. پژوهشگران یافته‌های خود را در مقاله‌ای در نشریه ACS Catalysis ارائه کرده‌اند. در حالی که چاپ سه‌بعدی در زمینه‌های متعددی کاربرد یافته است، استفاده از آن در کنترل واکنش‌های شیمیایی

پژوهشگران آزمایشگاه Ames دانشکده انرژی آمریکا و دانشگاه ایالتی Iowa نوعی فرایند چاپ سه‌بعدی را توسعه داده‌اند که قابلیت ایجاد اشیاء کاتالیزی فعال شیمیایی را در یک مرحله دارد. این یافته درها را به‌سوی روش‌هایی با کارایی بیشتر در تولید کاتالیزورها





روش در چند واکنش متداول در شیمی آلی موفقیت آمیز بوده است. همچنین، آن‌ها با فراورش‌های تکمیلی بیشتر انطباق پذیر بوده و انجام واکنش‌های چندمرحله‌ای را امکان پذیر می‌سازند. به گفته یکی از متخصصان کاتالیزگرهای ناهمگن در آزمایشگاه Ames، می‌توان به‌طور هم‌زمان شکل ساختار که جزئیات ماکرومقیاس نامیده می‌شود، طراحی کاتالیزگر و جزئیات نانومقیاس را کنترل کرد. این کار، تولید سریع ساختارهای با طرح سفارشی را برای انجام انواع تبدیل‌های شیمیایی امکان‌پذیر می‌سازد.

<https://www.materialstoday.com>

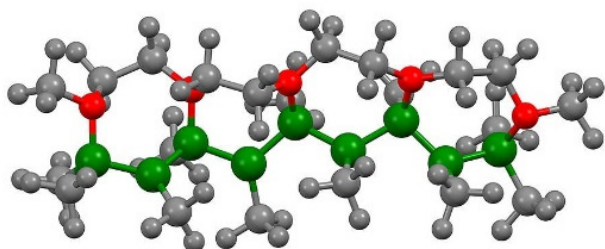
منبع:

یا کاتالیزگرها موضوع به‌نسبت جدیدی است. روش تولید اخیر کاتالیزگرهای سه‌بعدی، معمولاً شیوه‌های گوناگون قراردادن عوامل فعال شیمیایی را در ساختار پیش چاپ‌شده شامل می‌شود.

روش آزمایشگاه Ames ساختار و شیمی را در یک مرحله با استفاده از چاپگر سه‌بعدی تجاری و ارزان‌قیمت ادغام می‌کند. ساختارها در رایانه طراحی شده و با کمک تابش لیزر از میان حمامی از رزین‌های مدنظر به‌طور مستقیم ساخته می‌شود که شامل مونومرهای ایجادکننده ساختار سه‌بعدی و مواضع فعال کاتالیزی مانند کربوکسیلیک اسید، آمین و گروه‌های مس کربوکسیلات هستند. لیزر موجب می‌شود تا رزین‌ها پلیمر شده و لایه‌به‌لایه سخت شوند و محصول نهایی را با خواص کاتالیزگری ذاتی تولید کنند.

بنا به گفته پژوهشگر این طرح، مونومرها یا قطعات ساختاری که ساخت با آن‌ها شروع می‌شود، دوامی طراحی شده‌اند. آن‌ها با نور واکنش می‌دهند تا سخت شده و ساختار سه‌بعدی ایجاد کنند، در حالی که همچنان مواضع فعال برای رخداد واکنش‌های شیمیایی حفظ می‌شوند. استفاده از کاتالیزگرهای ساخته شده با این

## دریافت کمک مالی پژوهشگران برای تهیه پلیمرهای بور



ایجاد خوشه در زنجیرهای بور جلوگیری شود، پدیده‌ای که عنصر بور به‌خوبی با آن شناخته شده است. گروه پژوهشی پنج راهبرد امیدوارکننده را برای ایجاد زنجیرهای مطلوب به‌دست آورده‌اند. در صورت موفقیت، این پژوهشگران گروه جدیدی از مواد را کشف می‌کنند که از کاربردهای احتمالی بسیاری برخوردار خواهد بود.

برنامه Reinhart Koselleck از DFG صرفاً به پژوهشگران سابقه علمی درخشان کمک می‌کند. Holger Braunschweig به‌عنوان متخصص بین‌المللی در زمینه شیمی عنصر بور شناخته شده است. کار پیشین او شامل موفقیت در نوآوری‌های اساسی در این زمینه است که در میان آن‌ها سنتز اولین ترکیب دارای پیوند

در حال حاضر، ساخت پلیمر از زنجیری از اتم‌های بور بیشتر موضوعی علمی تخیلی است. در حقیقت، این رویای Holger Braunschweig استاد شیمی Würzburg است که به‌تازگی برای ساخت پلیمرهای بور کمک مالی به‌مبلغ ۱/۵ میلیون یورو دریافت کرده است. به‌تازگی، گروه پژوهشی Braunschweig، استاد شیمی Julius-Maximilians-Universität Würzburg (JMU) در باواریای آلمان، اهداف خود را بر ساخت پلیمرهای بر پایه زنجیر اتم‌های بور بنا نهاده‌اند. پیش‌بینی می‌شود، پلیمرهای بور که تاکنون ناشناخته هستند، از خواص غیرمعمول و سودمند برخوردار باشند. مثالی در این باره رسانایی الکتریکی بیشتر در مقایسه با پلیمرهایی است که به‌طور معمول در صنایع الکترونیک آلی به‌کار می‌روند.

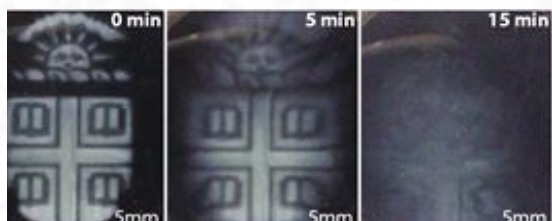
Braunschweig پیشنهاد اولیه این پژوهش را به بنیاد پژوهش آلمان (DFG) ارائه داد. برای این هدف او ۱/۵ میلیون یورو از برنامه Reinhart Koselleck دریافت کرد. این برنامه با هدف حمایت از پروژه‌های نوآورانه و پرمخاطره توسعه یافته است. انتظار می‌رود، Braunschweig با این بودجه راهبردهای سنتزی کارآمد پلیمرهای بور را ارائه دهد. در این راستا، مهم است که از درخودشکستن و

Leibniz را به مبلغ ۲/۵ میلیون یورو از DFG دریافت کرد.

منبع: <https://www.azom.com/news.aspx?newsID=48698>

سه گانه میان دو اتم کربن قرار دارد. این دانشمند برای پژوهش های خود مفتخر به دریافت دو کمک مالی بیشتر هر یک به مبلغ ۲/۵ میلیون یورو از بنیاد پژوهش شد. همچنین، در سال ۲۰۰۹ او جایزه

## زیست پلیمر های نوین ناپدیدشونده به محض تحریک



باریم و کلسیم موفق شدند ساختارهایی با سفتی های مختلف ایجاد کنند که در ادامه می توانستند با سرعت های مختلف حذف شوند. همچنین، پژوهشگران نشان دادند که می توان از آلزینات به عنوان قالب در ساخت ابزارهای آزمایشگاهی در یک تراشه (lab-on-a-chip) با مجراهای میکروسیال پیچیده استفاده کرد. ابتدا شکل مجرا با استفاده از آلزینات چاپ شده، سپس ساختار دائمی اطراف آن با استفاده از زیست ماده دوم، چاپ می شود. پس از آن، آلزینات، به سادگی حذف شده و مجرای توخالی به جا می ماند. در این روش هیچ برش یا نصب پیچیده ای انجام نمی شود. در این پژوهش، ساختار آلزینات تخریب پذیر برای ایجاد محیطی پویا در مطالعه سلول های زنده مفید بود. آن ها مجموعه آزمایش هایی را با سدگرهای آلزینات محاصره شده با سلول های پستان انسان انجام دادند و مشاهده کردند چگونه با حذف سدگر، سلول ها مهاجرت می کنند. این نوع آزمایش ها می توانند در پژوهش روی فرایندهای ترمیم زخم یا مهاجرت سلول ها در سرطان مفید واقع شوند.

زیست سازگاری و سمی نبودن آلزینات برای سایر کاربردهای آتی آن، از جمله ساخت داربست برای بافت ها و اندام های مصنوعی امیدبخش است. به عقیده مجریان طرح، می توان به استفاده از این بافت های مصنوعی در مجراهایی اندیشید که رگ های خونی را تقلید می کنند. مثلاً می توان بالقوه عروق را با استفاده از آلزینات قالب زد و سپس به حذف آن ها اقدام کرد، مانند آنچه برای مجراهای میکروسیال انجام شد. پژوهشگران تصمیم دارند، آزمایش ها را با ساختارهای آلزیناتی در جست و جوی روشی برای تنظیم دقیق خواص استحکام، سفتی و سرعت تخریب ادامه دهند.

منبع: <https://www.materialstoday.com/biomaterials/news>

مهندسان دانشگاه Brown روشی را برای ساخت زیست مواد چاپ سه بعدی شده معرفی کرده اند که می توانند در زمان تحریک، تخریب شوند. این موضوع می تواند در ساخت ابزارهای میکروسیال الگودار مرکب یا کشت سلول ها مفید باشد که به طور پویا در مدت آزمایش تغییر می کنند. به گفته پژوهشگران این کار شبیه بازی لگوست. آن ها پلیمرها را برای ایجاد ساختارهای سه بعدی به یکدیگر وصل می کنند. سپس، پلیمرها را به آرامی در شرایط زیست سازگار از یکدیگر جدا می کنند.

گروه پژوهشی دانشگاه Brown ساختار تخریب پذیر جدید خود را با کمک نوعی چاپ سه بعدی با نام لیتوگرافی سه بعدی (stereolithography) ایجاد کرده اند. در این روش از لیزر فرابنفش استفاده شده که با سامانه طراحی رایانه ای کنترل می شود تا الگوها در سطح محلول پلیمر نورفعال ردیابی شوند. نور موجب می شود، پلیمرها به هم متصل شده و ساختار سه بعدی جامد تشکیل دهند. فرایند ردیابی تا ساخته شدن کامل جسم از پایین به بالا (از ته تا سر) تکرار می شود.

در چاپ لیتوگرافی سه بعدی معمولاً از پلیمرهای نورفعال استفاده می شود که با پیوند کووالانسی قوی و برگشت ناپذیر به یکدیگر متصل می شوند. در این مطالعه، کوشش پژوهشگران تولید ساختارهایی با پیوندهای یونی بالقوه برگشت پذیر بود که هرگز تا پیش از استفاده از چاپ سه بعدی بر پایه نور ایجاد نشده بودند. بدین منظور، آن ها محلول های پیش ماده با سدیم آلزینات ساختند، ترکیبی مشتق از خزه دریایی که به دلیل قابلیت در ایجاد پیوند عرضی یونی شناخته شده است.

اعتقاد بر این است که در اثر حذف یون ها، اتصالات میان پلیمرها از بین می روند. این موضوع با افزودن عامل کی لیت کننده رایبند تمام یون ها انجام پذیر است. بدین ترتیب، می توان ساختارهای گذرای ایجاد کرد که در هر زمان دلخواه از بین می روند. پژوهشگران نشان دادند، آلزینات می تواند در لیتوگرافی سه بعدی استفاده شود. همچنین، آن ها با به کار بردن ترکیبات مختلفی از یون های منیزیم،

## سنتز نانوپلیمرهای قالب یونی مغناطیسی جهت استخراج انتخابی فلزات از محلول های آبی

استاد راهنما: مجید تقی زاده

استاد مشاور: یدالله یمینی

دانشجوی دکتری: سمانه حسن پور تیجی

دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، ۱۳۹۵

نانوپلیمرهای قالب یونی مغناطیسی جاذب های جدیدی هستند که برای جداسازی سریع و گزینشی مقادیر بسیار ناچیز عناصر توسعه یافته اند. هدف از این پژوهش، سنتز نانوپلیمر قالب یونی مغناطیسی جدید برای جداسازی انتخابی یون های مولیبدن و کروم از محلول های آبی بوده است. ابتدا نانوپلیمر قالب یونی مولیبدن (VI) با کاپلیمر شدن گرمایی متاکریلیک اسید (MAA) به عنوان مونومر، یون مولیبدن (VI) به عنوان الگو، اتیلن گلیکول دی متاکریلات (EGDMA) به عنوان شبکه ای کننده و آزوبیس ایزوبوتیرونیتریل (AIBN) به عنوان آغازگر در مجاورت نانوذرات مغناطیسی با غلاف سیلیکا با روش پلیمر شدن هم رسوبی سنتز شد. یون های مولیبدن (VI) با محلولی از کلریدریک اسید  $0.5\text{ M}$  به همراه  $10\%$  متانول از ساختار پلیمر مغناطیسی خارج شدند تا حفره های مشابهی با کمپلکس تشکیل شده روی سطح پلیمر ایجاد شود. در ادامه، نانوپلیمر قالب یونی مغناطیسی کروم (VI) نیز با کاپلیمر شدن گرمایی ۴-وینیل پیریدین (4-VP) به عنوان مونومر عاملی، ۲-هیدروکسی اتیل متاکریلات (2-HEMA) به عنوان کومونومر، آنیون دی کرومات به عنوان یون الگو، EGDMA به عنوان مونومر شبکه ای کننده و AIBN به عنوان آغازگر در مجاورت نانوذرات مغناطیسی با غلاف سیلیکا با روش پلیمر شدن هم رسوبی سنتز شد. یون دی کرومات نیز با کلریدریک اسید  $0.5\text{ M}$  در  $0.5\%$  تیزاب سلطانی از ساختار پلیمر مغناطیسی خارج شد تا برای این پلیمر نیز حفره هایی مشابه با آنیون تشکیل شده روی سطح پلیمر ایجاد شود. پلیمر شاهد نیز با روش مشابه سنتز شد با این تفاوت که در مراحل تهیه آن نیازی به یون الگو نبود. ساختار پلیمرهای مغناطیسی سنتز شده با روش های مختلف بررسی و اثر پارامترهای مختلف مانند اسیدینگی نمونه، مقدار جاذب، زمان جذب، غلظت اولیه یون های مولیبدن و کروم و دما بر مقدار جذب این عناصر در سامانه ناپیوسته ارزیابی و بهینه شد. نمودار هم دمای داده های تجربی با استفاده از معادلات لانگمیر و فروندلیچ ارزیابی و به منظور تعیین بهترین مدل سینتیک جذب، از معادلات سینتیک شبه مرتبه اول، شبه مرتبه دوم و نفوذ درون ذره ای استفاده شد. نتایج نشان داد، داده های جذب در حالت تعادل تطابق بهتری با هم دمای لانگمیر دارند. همچنین، بیشترین ظرفیت جذب تک لایه ( $q_{\max}$ ) به دست آمده از مدل لانگمیر برای مولیبدن  $31.08\text{ mg}$  با ضریب همبستگی زیاد ( $R^2=0.9971$ ) و برای کروم  $44.86\text{ mg}$  با ضریب همبستگی زیاد ( $R^2=0.9953$ ) به ازای هر گرم جاذب به دست آمدند. سینتیک جذب سطحی مولیبدن با مدل سینتیکی شبه مرتبه دوم به بهترین نحو توصیف شد. اما برای فلز کروم، سینتیک جذب سطحی با مدل سینتیکی شبه مرتبه اول مطابقت بیشتری داشت. نتایج نشان داد، نانوپلیمر قالب یونی مغناطیسی مولیبدن ضریب گزینش پذیری زیادی برای کادمیم (II) -مولیبدن (VI)، نیکل (II) -مولیبدن (VI)، منگنز (II) -مولیبدن (VI)، روی (II) -مولیبدن (VI) و مس (II) -مولیبدن (VI) با مقادیر  $19.25$ ،  $10.67$ ،  $12.5$ ،  $22.61$  و  $23.9$  دارد. همچنین، نانوپلیمر قالب یونی مغناطیسی کروم کارایی زیادی در جذب گزینشی کروم دارد و در مجاورت یون های رقیب شامل  $\text{NO}_3^-$ ،  $\text{SO}_4^{2-}$ ،  $\text{Cu}^{2+}$ ،  $\text{Ni}^{2+}$ ،  $\text{Cd}^{2+}$  می تواند گونه های کروم را به شکل گزینش پذیر با کارایی زیاد جذب کند. ضریب گزینش پذیری برای کادمیم (II) -کروم (VI)، نیکل (II) -کروم (VI)، مس (II) -کروم (VI)، نیترات -کروم (VI)، سولفات -کروم (VI) و فسفات -کروم (VI) به ترتیب  $10.66$ ،  $7.26$ ،  $8.55$ ،  $6.19$ ،  $4.29$  و  $5.08$  بود. بررسی های ترمودینامیکی نشان دادند، فرایند جذب مولیبدن و کروم با جاذب های سنتز شده فرایندی خود به خودی، گرمازا و همراه با کاهش آنتروپی است. همچنین با مطالعه شرایط واجد جذب مشخص شد، با استفاده از شوینده های مناسب می توان جاذب را بازیابی و حداقل پنج مرتبه متوالی از آن استفاده کرد.

## بررسی کاپلیمر شدن اتیلن با کومونومرهای ضد اکسند به روش کوئوردینانسی

استاد راهنما: حسن عربی

دانشجوی دکتری: زهرا بالزده

پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، ۱۳۹۶

در این رساله، سنتز کاپلیمرهای اتیلن-ضد اکسند فنولی با استفاده از کاتالیزگرهای فلزات واسطه انتهایی و کاتالیزگرهای متالوسنی بررسی شده است. در مرحله اول، پس از سنتز کومونومر ضد اکسند فنولی (۱)، برای اولین بار عملکرد کاتالیزگر بروکهارت (۱) در کاپلیمر شدن اتیلن با آن و اثر پارامترهای فرایند بر فعالیت کاتالیزگر و مقاومت گرما اکسایشی کاپلیمر مطالعه شد. در این راستا مدلی برای مقدار پلیمر سنتزی بر اساس پارامترهای فرایند مختلف به دست آمد و نقطه بهینه فرایند بر اساس مقدار محصول بیشتر تعیین شد. نتایج بررسی های ریز ساختاری با استفاده از روش های طیف سنجی و میکروسکوپی بیانگر قابلیت این کاتالیزگر در تولید کاپلیمرهایی با توپولوژی های مختلف است. با افزایش فشار از  $0.1\text{ bar}$  تا  $10\text{ bar}$ ، ساختار کاپلیمر تولیدی از درخت گون به نسبتاً خطی تغییر و مقاومت گرما اکسایشی از بیش از  $3\text{ h}$  به  $2\text{ min}$  کاهش یافت. نتایج بررسی های ساختار بلوری بیانگر افزایش فاز بلوری با ازدیاد فشار و ظهور پیک ذوب در نمونه های سنتز زیر فشار زیاد بود. در حالی که در نمونه های سنتز شده در فشار کم، تنها پیک مربوط به انتقال شیشه ای در محدوده دمایی  $55^\circ\text{C}$  مشاهده شد. بررسی های انجام شده درباره مقاومت گرما اکسایشی کاپلیمر، با استفاده از آزمون گرما وزن سنجی بیانگر وجود دو گونه پلیمری به شکل مخلوط در محصول به دست آمده بود. فاز محلول شامل درخت گون های پلی اتیلنی به کمک استخراج با حلال جوشان کلروفرم وفاز محلول

شامل درخت‌گون‌های پلی‌اتیلنی استخراج شد. با مقایسه نتایج به‌دست آمده از آزمون اکسایش القایی و سطح زیر پیک در منحنی مشتقات گرمانگاشت گرماوزن‌سنجی، قابلیت تعیین بازده کوپلیمرشدن نسبت به هوموپلیمرشدن با منحنی مشتقات اثبات شده و مدلی برای تعیین اثر پارامترهای فرایندی بر مقاومت گرما اکسایشی و نیز نقطه بهینه مقاومت گرمایی با کمک نرم‌افزار ارائه شد. سپس، با راهبرد دست‌یابی به کمینه میزان مسمومیت کاتالیزگر و بیشینه مقاومت گرما اکسایشی، سه ساختار کومونومری جدید دیگر طراحی و سنتز شدند. در این میان ساختار کومونومر (۴) کمترین مسمومیت کاتالیزگر و هم‌زمان بیشترین مقاومت گرما اکسایشی را نشان داد. به‌منظور بهبود سامانه کاتالیزگری، سه ساختار کاتالیزگری  $\alpha$ -دی‌ایمینی دیگر نیز طراحی و سنتز شده و در کوپلیمرشدن اتیلن با کومونومر بهینه بررسی شدند. در نهایت، کوپلیمرشدن با چهار کاتالیزگر متالوسنی دیگر نیز بررسی شد.

## شبیه‌سازی رفتارهای مکانیکی استنت پلیمری با حافظه‌شکلی درون رگ

استاد راهنما: شادی حسن آجیلی  
دانشجوی کارشناسی ارشد: معین پروین  
دانشگاه شیراز، اردیبهشت ۱۳۹۶

پلیمرهای حافظه‌شکلی (SMPs) ترکیباتی هستند که پس از تغییر شکل‌های زیاد به‌واسطه محرک‌های محیطی مانند دما و نور به‌حالت اولیه خود بازمی‌گردند. برای انجام چرخه حافظه‌شکلی باید این مواد از دمای انتقال شیشه‌ای عبور داده شوند. رفتار حافظه‌شکلی ناشی از تغییرات تدریجی در حرکت زنجیر مولکولی در طول انتقال بین حالت‌های شیشه‌ای و لاستیکی است. مواد SMP، پلی‌یورتان-پلی‌کاپرولاکتون در درصد‌های مختلف (۷۰-۳۰، ۶۰-۴۰ و ۵۰-۵۰)، در این کار استفاده شد. مدل ساختاری گرمای مکانیکی یک‌بعدی برای پلیمر حافظه‌دار فعال با گرما (SMPs) که در آن متغیری به‌نام عامل اتصال توسعه داده شد، تعریف شده است. این موضوع سبب ساده‌سازی مدل در مقایسه با سایر مدل‌های موجود می‌شود که به‌طور معمول به بسیاری از متغیرها نیاز دارند. عامل اتصال تقریبی است که رفتار کرنش ذخیره‌سازی و ساختار مولکولی پلیمر و شکل‌شناسی در منطقه دمای انتقال شیشه‌ای را در نظر دارد. در مرحله بعد، مدل گرانش‌کشسانی یک‌بعدی به مدلی سه‌بعدی گسترش یافت. توسعه مدل سه‌بعدی اجازه می‌دهد به پیش‌بینی جهت عرضی و برشی از مواد در شرایط بارگذاری مختلف پرداخته شود. در نهایت، به‌منظور استفاده از مدل ابزار المان محدود، مدل سه‌بعدی به مدل ساختاری عددی بازنویسی شد. الگوریتم عددی این مدل با استفاده از قابلیت UMAT زیر روال از نرم‌افزار اجزای محدود Abaqus توسعه داده شد. با استفاده از داده‌های موجود در منابع، اعتبارسنجی مدل تعیین و مشخص شد که مدل پاسخ خوبی به ثابت‌ماندن شکل، تنش و آزادسازی کرنش نشان می‌دهد. هدف از این مطالعه، بررسی امکان‌سنجی توسعه استنت پاسخگو به دما با استفاده از آمیزه پلی‌یورتان-پلی‌کاپرولاکتون حافظه‌شکلی (SMPU) از طریق تجزیه و تحلیل اجزای محدود است. تعداد سلول‌ها در جهت طولی، ضخامت استنت و پهنای شبکه‌های پلیمر مدنظر، به‌عنوان پارامترهای طراحی انتخاب شده و مقادیر آن‌ها برای بهبود عملکرد استنت با در نظر گرفتن خواص ماده پلیمری حافظه‌دار مطابق با محدوده ابعاد استنت‌های فلزی در نظر گرفته شد. در نهایت، فرایند استقرار استنت داخل رگ‌های تنگ (گرفته شده) شبیه‌سازی شد و نشان داد که استنت SMPU را می‌توان به راحتی کاشت. در حالی که فشار روی دیواره‌های رگ، به دلیل رفتار حافظه‌دار گرمایی را به حداقل رساند. بنابراین، در نهایت روش اجزای محدود، شاید بتواند جایگزینی برای انجام آزمایش باشد که اغلب دشوار و غیرعملی است.

## مدل‌سازی سینتیک پلیمر شدن رادیکالی انتقال اتم (ATRP) استیرن

اساتید راهنما: حسین عابدینی، محمدرضا رستمی  
دانشجوی کارشناسی ارشد: سجاد شهسوار  
پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، ۱۳۹۶

امروزه، سامانه‌های پلیمرشدن زنده توجه زیادی را از سراسر دنیا به‌خود جلب کرده‌اند و پژوهش‌های گسترده‌ای درباره آن‌ها انجام شده است. کارهای مدل‌سازی و شبیه‌سازی به روشن کردن این علم تازه‌ظهور، کمک بسزایی می‌کنند. پلیمرشدن رادیکالی انتقال اتم از مهم‌ترین روش‌های پلیمرشدن زنده است. در این کار پژوهشی ابتدا، به بررسی مدل‌سازی پلیمرشدن رادیکالی انتقال اتم با روش ممان پرداخته شد و نتایج با نتایج تجربی گزارش شده مقایسه شد. نتایج حاکی از پیش‌بینی دقیق داده‌های تجربی در ناحیه‌های پیشرفت متوسط و زیاد واکنش بود، اما قابلیت پیش‌بینی مناسب از داده‌های تجربی را در ناحیه ابتدایی واکنش نداشت. در ادامه، با استفاده از روش مونت‌کارلو به پیش‌بینی داده‌های تجربی پرداخته شد. با توجه به امکان‌پذیر نبودن محاسبه متوسط وزن مولکولی با روش ممان، این پارامتر با روش مونت‌کارلو به‌دست آمد. نتایج با داده‌های رنگ‌نگاری ژل‌تراوای گزارش شده مقایسه و پیش‌بینی خوبی از داده‌های تجربی مشاهده شد. اما این روش، مشابه با روش ممان با وجود پیش‌بینی به‌نسبت خوب در نواحی وسط و آخر، نتوانست پیش‌بینی مطلوبی برای داده‌های تجربی در ناحیه اول ارائه دهد. در نهایت، با ارائه روش جدید موازنه جمعیت، پیش‌بینی مطلوبی از داده‌های تجربی در هر سه ناحیه مشاهده شد. همچنین، روش ارائه شده از قابلیت پیش‌بینی وزن مولکولی لحظه‌ای نیز برخوردار بود که دلیل کار به ماهیت سامانه بازمی‌گردد. این روش تک‌تک اجزای سامانه را از ابتدا تا انتها رصد می‌کند و تشکیل زنجیره‌هایی با زنجیرهای کوتاه که در مرحله حلال‌شویی در آزمون رنگ‌نگاری ژل‌تراوا از پلیمر جدا می‌شوند را می‌شود از اعمال اثر آن بر خلاف روش ممان جلوگیری کرد. پس نتایج به واقعیت نزدیک‌تر می‌شود.



# معرفی کتاب



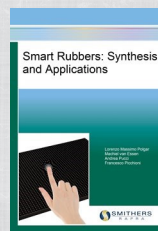
## لاستیک‌های هوشمند: سنتز و کاربردها

سال انتشار: ۲۰۱۷

نویسندگان: Lorenzo Massimo Polgar, Machiel van Essen,

Francesco Picchioni, Andrea Pucci

ناشر: Smithers RAPRA



لاستیک‌های هوشمند، مواد الاستومری هستند که از طریق خروجی ماکروسکوپی به محرک خارجی پاسخ می‌دهند. در این صورت، انرژی محرک به‌طور مناسب به عامل تداخل خارجی

تبدیل می‌شود. به‌طور کلی، بیشتر این مواد شامل الاستومرها یا موادی با خواص و رفتار لاستیکی اما پاسخگویی هوشمند هستند. در چند دهه گذشته، پژوهش در زمینه لاستیک‌های هوشمند به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. این موضوع به‌طور عمده به‌سبب افزایش تقاضا و نیاز برای بهبود مواد در کاربردهای نوین بوده است. هدف از تالیف این کتاب، بررسی اجمالی لاستیک‌های هوشمند است. نمونه‌هایی از ترکیبات مختلف درگیر در لاستیک‌های هوشمند برجسته شده و برای تهیه اطلاعات مدل (paradiagmatic) شرح داده می‌شوند. محرک‌ها و کاربردهای گوناگون در تمام این مثال‌ها به‌هم پیچیده است. بنابراین، نویسندگان کتاب لاستیک‌های هوشمند به‌روزی را معرفی کرده‌اند که برای صاحبان صنایع، دانشمندان، متخصصان و دانشجویان

مناسب، جالب و قابل درک باشد.

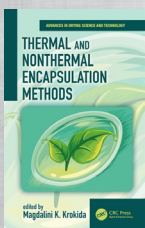
در هفت فصل این کتاب به بررسی پایداری در طراحی مواد لاستیکی، لاستیک‌های حساس به محیط، الاستومرهای نورفعال، الاستومرهای حافظه‌شکلی، الاستومرهای رئولوژیکی مغناطیسی، الاستومرهای دی‌الکتریک و چشم‌انداز آینده پرداخته شده است.

## روش‌های کپسول‌دار کردن گرمایی و غیر گرمایی

سال انتشار: ۲۰۱۷

ویراستار: Magdalini Krokida

ناشر: CRC Press



کپسول‌دار کردن مبحث مورد علاقه در طیف گسترده‌ای از حوزه‌های علمی و صنعتی، از مواد دارویی تا مواد غذایی و کشاورزی به‌منظور حفاظت و رهایش کنترل‌شده مواد گوناگون طی جابه‌جایی، ذخیره و مصرف آن‌هاست. مواد کپسول‌دار شده می‌توانند از عوامل بیرونی محافظت شوند. بنابراین، کپسول‌دار کردن پایداری مواد را افزایش داده و زیست‌پذیری آن‌ها را حفظ می‌کند. در این کتاب، روش‌های متداول و نوین کپسول‌دار شدن به‌طور جامع بررسی می‌شود. همچنین، روش‌های مختلف کپسول‌دار کردن گرمایی و غیر گرمایی بررسی می‌شود که در صنایع گوناگون، از جمله خشک کردن انجمادی، خشک کردن افشانه‌ای، سرد کردن و



## بازیافت پلیمرها

سال انتشار: ۱۳۹۶

نویسندگان: مرتضی احسانی، اعظم قدیمی  
ناشر: پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران



در عصر حاضر افزایش جمعیت، پیشرفت‌های خیره‌کننده علمی و توسعه فناوری‌های جدید، پیدایش و افزایش روزافزون مواد زاید و ضایعاتی را به همراه داشته که چالش جدیدی را در زندگی روزمره انسان‌ها به وجود آورده است.

صنایع مختلف از جمله کشاورزی در کنار تجارت، شهرنشینی و روش‌های جدید زندگی هر یک به نوعی در ایجاد مواد ضایعاتی نقش ایفا می‌کنند. مواد غذایی مازاد، زباله‌ها، نخاله‌های ساختمانی، وسایل نقلیه اسقاطی، مواد زاید شیمیایی، وسایل بسته‌بندی، اسباب‌بازی‌ها، ضایعات بیمارستانی و مواد از این دست، اصلی‌ترین ضایعات روزانه در شهرها و کم‌وبیش در روستاها را تشکیل می‌دهند.

ترکیبات زباله شهری به ترتیب بزرگی حجم و وزن شامل کاغذ و مقوا، مواد پلیمری، فلزات، منسوجات، شیشه و چوب است. در این کتاب به موضوع بازیافت مواد زاید با تمرکز خاص بر زمینه مواد پلیمری پرداخته شده و سعی شده است تا روش‌های بازیافت پلیمرهای پرمصرف که ضایعات آن‌ها در خور توجه است، بررسی و تحلیل علمی شوند.

در فصل اول به معرفی کلی روش‌های بازیافت پلیمرها و روش‌های متداول بازیافت پلاستیک‌ها پرداخته شده و در فصل دوم راه‌های بازیافت و استفاده مجدد از ضایعات پلیمرهای گرماسخت و اثر آن بر پلیمرها بررسی و مطالعه شده است. فصل سوم به بازیافت مکانیکی و شیمیایی پلی‌وینیل کلرید اختصاص یافته که از پلیمرهای پرمصرف در صنعت است. در فصل چهارم، روش‌های بسیار جالبی برای بازیافت لاستیک‌های مستعمل ارائه شده است. در فصل‌های پنجم و ششم راهکارهای بازیابی پلی‌استیرن و پلی‌یورتان‌ها مطرح و بررسی شده‌اند. روش بازیافت آکریلونیتریل-استیرن-بوتادی‌ن، پلی‌اتیلن ترفتالات و پلی‌اولفین‌ها در فصل‌های هفتم تا نهم مطالعه شده‌اند. فصل دهم به مروری بر روش بازیافت کامپوزیت‌ها و فصل یازدهم نیز به نگاهی اقتصادی بر صنعت بازیافت پلاستیک‌ها اختصاص دارد. در تألیف این کتاب تلاش شده است، در کنار به‌کارگیری تجربه‌های نویسندگان، از نتایج پژوهش‌های سایر پژوهشگران نیز استفاده شود.

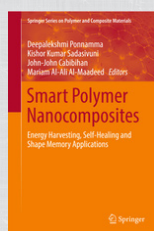
خنک‌کردن افشانه‌ای، الکتروریسی-الکتروافشانی، آب‌زدایی اسمزی، اکستروژن، پوشش‌دهی هواتعلیقی، پوشش‌دهی ظروف و خشک‌کردن در خلأ به کار می‌رود. در این کتاب مبانی بنیادی، اصول و کاربردهای هر روش توضیح داده می‌شود تا خواننده به دانش گسترده‌ای دست یابد. انتخاب مناسب‌ترین روش‌های کپسول‌دارکردن بر پایه نوع مواد خام، اندازه مد نظر و مشخصه‌های مطلوب محصول نهایی قرار دارد.

برخی از مباحث مطرح شده در این کتاب، اصول و کاربردهای فناوری کپسول‌دارکردن در مواد غذایی و روش‌های کپسول‌دار کردن و فناوری‌های مرتبط با صنایع مواد غذایی است.

## نانوکامپوزیت‌های هوشمند: کاربردهای برداشت انرژی، خودترمیمی و حافظه‌شکلی

سال انتشار: ۲۰۱۷

ویراستاران: Deepalekshmi Ponnamm, Kishor Kumar  
Sadasivuni, Mariam Al Ali Al-Maadeed, John-John Cabibihan  
ناشر: Springer



در این کتاب نانوکامپوزیت‌های پلیمری با دیدگاه کاربرد آن‌ها در برداشت انرژی و به‌عنوان مواد خودترمیم‌شونده یا حافظه‌شکلی بررسی شده‌اند. کتاب نانوکامپوزیت‌های هوشمند کاربردی بوده و در آن انواع مختلف

نانوکامپوزیت‌های پلیمری، مانند کامپوزیت‌های الاستومری، کامپوزیت‌های گرمانرم یا کامپوزیت‌های پلیمری رسانا شرح داده شده است. در این کتاب به‌طور مختصر ظرفیت‌های کاربردی مواد یادشده بیان شده است که برخی از مهم‌ترین چالش‌های دنیای امروز را در زمینه برداشت انرژی، به‌عنوان مواد دارای قابلیت خودترمیمی یا به‌عنوان مواد به یادآورنده یک شکل خاص برآورده می‌کنند. این کتاب افزون بر شیمی‌دانان و متخصصان علوم و مهندسی مواد، برای تکنیسین‌ها و فیزیک‌دان‌ها، از دانشجویان در حال تحصیل تا پژوهشگران و متخصصان مناسب است. برخی از عنوان‌های ۱۴ فصل کتاب عبارت‌اند از:

- برداشت انرژی از کامپوزیت‌های پلیمری رسانا و بلوری،
- مواد خودترمیم‌شونده از کامپوزیت‌های پلیمری گرمانرم،
- مرور اجمالی اثر حافظه‌شکلی بر پلیمرهای گرمانرم،
- رفتار حافظه‌شکلی در پلیمر نانوکامپوزیت‌های رسانا و
- نانومواد عامل‌دار برای الکترودهای شفاف.