

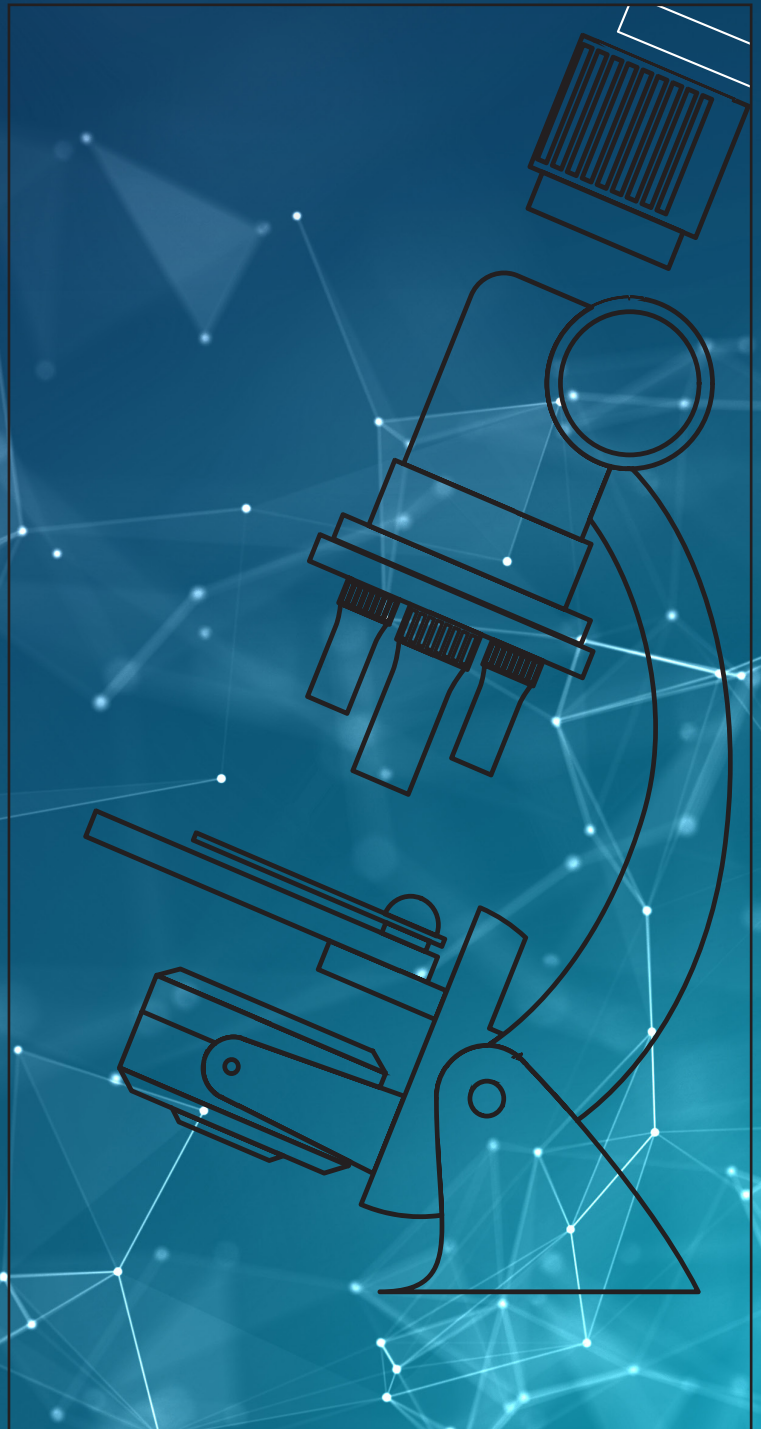


نشریه علمی دانشجووی

میر

با محوریت پلیمر ها و بیوپلیمر ها

شماره ۲۴
پاییز ۱۴۰۲



اعضای هیئت تحریریه و همکاران

شایان پروانه

ورودی مهندسی شیمی ۱۴۰۰
سر دبیر و عضو هیئت تحریریه



رضا عباسی

رشته مهندسی شیمی - طراحی فرآیند
مدیر مسئول



محمد آزادمنجیری

ورودی مهندسی شیمی ۱۳۹۸
دبیر مقالات و عضو هیئت تحریریه



هانا عسگری

ورودی مهندسی شیمی ۱۴۰۰
دبیر تحریریه و عضو هیئت تحریریه



علی طاهری استاد

ورودی مهندسی پلیمر ۱۳۹۸
عضو هیئت تحریریه



امیر حسین مشتاقی

ورودی مهندسی شیمی ۱۳۹۹
دبیر معرفی و عضو هیئت تحریریه



محمدرضا مرتاضی

ورودی مهندسی شیمی ۱۴۰۰
عضو هیئت تحریریه



علی غزی

رشته مهندسی شیمی - فرآیندهای جداسازی
عضو هیئت تحریریه و ویراستار



فائزه اسکندری

ورودی مهندسی شیمی ۱۴۰۰
عضو هیئت تحریریه



صبا شاکر

ورودی ۱۴۰۲ دکترای مهندسی نفت
عضو هیئت تحریریه و ویراستار



مهیار آذری

ورودی مهندسی شیمی ۱۴۰۱
عضو هیئت تحریریه



جعفر رضایی استخرنویه

ورودی مهندسی شیمی ۱۴۰۰
عضو هیئت تحریریه



مریم سوارانی

ورودی مهندسی شیمی ۱۴۰۰
عضو هیئت تحریریه



شقایق میرزائی

ورودی مهندسی شیمی ۱۳۹۸
عضو هیئت تحریریه



سارا عرب پور

ورودی مهندسی پلیمر ۱۳۹۸
عضو هیئت تحریریه



ثامن شرفی

ورودی مهندسی پلیمر ۱۳۹۸
عضو هیئت تحریریه



امیر محمد براتی

ورودی مهندسی شیمی ۱۳۹۹
گرافیکست، صفحه آرا



حسام الدین اعتصامی

ورودی مهندسی شیمی ۱۴۰۱
عضو هیئت تحریریه



محمد حیدری

رشته مهندسی شیمی - طراحی فرآیند
عضو هیئت تحریریه



سخن مدیر مسئول

اگر که به اطراف خود نگاهی گذرا بیندازیم، نقش اساسی پلیمر را در زندگی خود می‌بینیم. می‌توان اذعان کرد که سخنانی چون زمین بدون پلاستیک و زمین بدون پلیمر و ...، سخنانی بی‌اساس و نشدنی هستند. البته لازم به ذکر است که گاهی پلاستیک، آسیب‌های جبران ناپذیری را به کره زمین، وارد می‌کند اما می‌توان این آسیب‌ها را با روش‌های نوین، کنترل نمود. در راستای استفاده بهینه از پلیمرها، باید در تلاش باشیم تا بتوان مواردی همچون بازیافت، بازیابی و به اصلاح همان 4R را در صنعت و زندگی، اعمال کنیم.

با پیشرفت صنعت پلیمر در ایران و حضور موثر بخش خصوصی در این صنعت، می‌توان این نوید را داد که در آینده‌ای نزدیک، ایران به عنوان قطب پلیمر منطقه و آسیا شناخته خواهد شد و در بازارهای جهانی، نقشی مهم و اساسی ایفا خواهد کرد. ما در این شماره سعی بر این داشتیم تا بتوانیم مقدماتی را راجع به این صنعت بیان کنیم و امیدواریم که با شنیدن انتقادات و پیشنهادات شما مخاطبان عزیز، در راستای حمایت دانشجویان و حضور موثر آنان در این صنعت، نقش هر چند اندک خود را ایفا کنیم.

رضا عباسی
پاییز ۱۴۰۲



مقالات

غشاهای مبتنی بر پلیمرها برای تصفیه و نمک‌زدایی آب

هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی برای مهندسی بافت

و پزشکی بازساختی

طبیعت، یک پالت الهام‌بخش برای توسعه مواد

نقش بیوپلیمرها در ابرخازن‌ها و دستگاه‌های ذخیره سازی

انرژی

بیوپلیمرهای حاصل از زیست‌توده زباله (رویکردی پایدار

برای استفاده از منابع)

پیشرفت‌های اخیر در سنتز بیوپلیمر و کاربرد آن‌ها در

زیست پزشکی

چسب هیدروژلی استومی زیست‌سازگار

غشاهای مبتنی بر پلیمرها برای تصفیه و نمک زدایی آب

به دلیل تغییرات اقلیمی و آلودگی آب‌های سطحی، نیاز جهانی به آب آشامیدنی و قابل مصرف در صنایع و حوزه‌های مختلف در سال‌های اخیر افزایش یافته و با رشد اقتصادی و جمعیت چالش برانگیزتر نیز می‌شود. انتخاب روش مناسب تصفیه آب به نوع و خواص ناخالصی‌های عمده‌ای که بایستی در فرآیند حذف شوند و همچنین امکان دستیابی به تصفیه در مقیاس بزرگ و اقتصادی بستگی دارد.

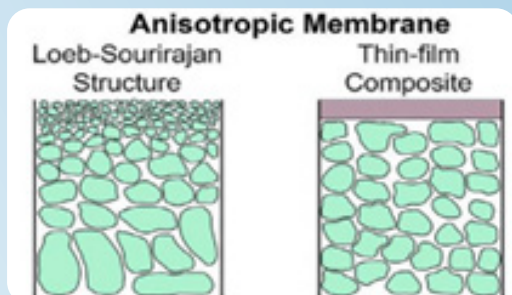
ناخالصی‌های معمول در آب را می‌توان به طور کلی به سه دسته تقسیم کرد: ۱) ناخالصی‌های حل نشده، مانند جامدات معلق، ذرات معدنی یا آلی، و میکروارگانیسم‌ها. ۲) ناخالصی‌های محلول، مانند ترکیبات یونی، نمکی و موجودات بیولوژیکی با بارهای یونی که می‌توانند با مولکول‌های آب پیوند تشکیل دهند. ۳) ناخالصی‌های گازی، مانند سولفید هیدروژن. هنگام پرداختن به تصفیه آب، این نکته حائز اهمیت است که ناخالصی‌هایی غالب در محلول شناسایی شود. علاوه بر آن، بایستی کاربرد آب تصفیه‌شده باید تعیین شود تا میزان و نوع ناخالصی‌ها و آلاینده‌هایی که در جدا شدن و حذف شدن اولویت دارند، معلوم شوند و سپس بتوان با توجه به این موضوع، روش تصفیه که بیشترین بازدهی را چه از لحاظ کیفیت تصفیه و چه از لحاظ مسائل اقتصادی دارد، انتخاب و اتخاذ گردد. در چند دهه اخیر، فناوری غشاء به دلیل ظرفیت حذف بالا، سهولت در بهره‌برداری و مقرون به صرفه بودن برای تصفیه فاضلاب و تولید آب آشامیدنی، به عنوان یک روش و شیوه کارآمد و پربازده نسبت به روش‌های مرسوم و معمول ظاهر شده است. فرآیندهای تصفیه مبتنی بر غشا به دلیل انعطاف‌پذیری بالاتر، مکانیسم آسان تشکیل منافذ متخلخل، هزینه کم و فضای کمتر مورد نیاز برای نصب در مقایسه با غشاهای غیرآلی، معمولاً بر اساس غشاهای پلیمری انجام می‌شوند. این مقاله غشاهای پلیمری را از زوایای مختلف بررسی می‌کند.

غشاهای ایزوتروپیک و غیر ایزوتروپیک

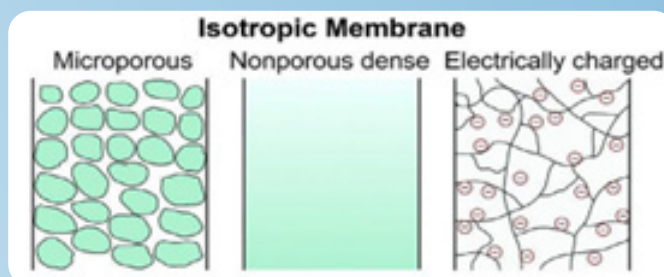
به طور کلی، تمامی غشاها از لحاظ ساختار به دو نوع بیولوژیکی (مانند غشاهای سلولی) و سنتزی تقسیم می‌شوند. غشاهای معدنی و غیرآلی همچون زئولیت‌ها و سرامیک‌ها یکی از دسته‌های غشاهای سنتزی هستند. غشاهای آلی یا پلیمری یکی دیگر از دسته‌های غشاهای سنتزی به شمار می‌روند که عمده آن‌ها را تشکیل می‌دهند. غشاهای پلیمری به طور کلی به دو دسته ایزوتروپیک (متقارن) یا غیرایزوتروپیک (غیر متقارن) تقسیم می‌شوند.

غشاهای ایزوتروپیک برای جداسازی ذراتی به کار گرفته می‌شوند که از نظر اندازه بسیار متفاوت هستند، به عنوان مثال در فرآیندهای میکروفیلتراسیون یا اولترافیلتراسیون. بازدهی فرآیند فیلتراسیون متاثر از توزیع منافذ و تخلخل‌ها موجود در غشاهای پلیمری و همچنین اندازه ذرات آلاینده است. آلاینده‌هایی که اندازه‌ای بیشتر از بزرگترین منفذ غشا دارند، از محلول جدا شده و از آن طرف، ذرات کوچک‌تر می‌توانند از منافذ عبور کنند. غشاهای ایزوتروپیک، با ترکیب شیمیایی همگن، معمولاً سه نوع دارند: غشاهای ریز متخلخل، غشاهای متراکم غیر متخلخل و غشاهایی با بار الکتریکی. غشاهای ریز متخلخل ایزوتروپیک به طور گسترده در فرآیند میکروفیلتراسیون استفاده می‌شوند. غشاهای متراکم غیر متخلخل آب را با استفاده از گرادیان غلظت، فشار یا پتانسیل الکتریکی از آلاینده‌ها جدا می‌سازند. بنابراین، این غشاها برای جداسازی گونه‌هایی به کار می‌روند که انحلال‌پذیری و غلظت‌های متفاوت در محلول دارند؛ به عنوان مثال، در فرآیند اسمز معکوس. غشاهای دارای بار الکتریکی، معمولاً دارای دیواره‌های متخلخل با منافذی هستند که یون‌های منفی یا مثبت در چارچوب‌های ریز منافذ قرار گرفته‌اند. این غشاها معمولاً برای فرآیند الکترودیالیز استفاده می‌شوند، جایی که آلاینده‌های باردار توسط یون‌های باردار روی دیواره‌های غشاء جذب شده و در داخل غشا نگه داشته شده و اجازه عبود داده نمی‌شود (شکل ۱).

غشاهای غیر ایزوتروپیک می‌توانند از نظر شیمیایی یا ساختاری ناهمگن باشند که دو نوع عمده دارند: الف) غشاهای لثوب و سوریراجان و ب) غشاهای کامپوزیت لایه نازک (TFC). غشای لثوب و سوریراجان از یک نوع ماده غشایی تشکیل شده است و از لحاظ شیمیایی یکسان است اما اندازه منافذ و تخلخل‌های آن در لایه‌های مختلف، متفاوت است (شکل ۲). این نوع غشا نیز یکی از غشاهای محبوب در فرآیند تصفیه آب به روش اسمز معکوس است. غشاهای TFC معمولاً دارای یک لایه سطحی نازک و متراکم برای جداسازی (لایه خاکستری نشان داده شده در شکل ۲) و یک لایه ضخیم و متخلخل به عنوان پایه هستند تا استحکام و مقاومت مکانیکی غشا را افزایش دهد.



شکل ۲: انواع غشاهای غیر ایزوتروپیک



شکل ۱: انواع غشاهای ایزوتروپیک

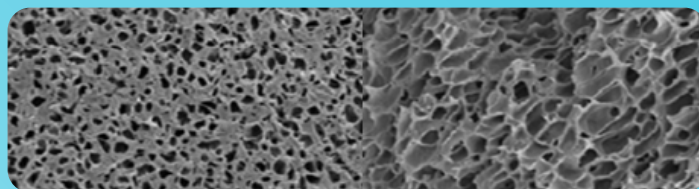
اگر به عنوان پایه در غشاهای اسمز مستقیم مورد استفاده قرار گیرند، تبدیل به پاشنه آشیل فرآیند می‌شوند و باید با یک سری از افزودنی‌ها، غشاهای پایه پلی سولفونی را آب‌دوست کنند.

کاربرد غشاهای پلیمری در فرآیندهای مختلف تصفیه آب

۱- سیستم‌های تبادل یونی: فرآیند تبادل یونی یکی از شکل‌های پدیده جذب سطحی است، که در آن فاز سیال در تماس با فاز جامد (جاذب) قرار می‌گیرد. طی این تماس برخی از اجزای موجود در فاز سیال جذب فاز جامد شده و از سیال جدا می‌گردند. فرآیند تبادل یونی فرآیندی برگشت‌پذیر است که طی آن یون‌های خارجی موجود در آب جذب گروه‌های عاملی قرار گرفته بر روی شبکه پلیمری (فاز جامد) می‌گردند و بدین ترتیب آب عاری از هرگونه ناخالصی یونی می‌شود. پس از اشباع شدن گروه‌های عاملی، سیستم تحت عملیات بازیابی و شستشوی شیمیایی قرار گرفته و دوباره مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲- الکترودیالیز (EDI): سیستم EDI ترکیبی از فرآیند تبادل یونی و فیلتراسیون غشایی می‌باشد. در سیستم EDI نیز املاح از طریق فرآیند تبادل یونی از آب جدا می‌شوند. با این

روش‌های مختلفی برای ساخت غشاهای تصفیه آب اتخاذ می‌شود. غشاهای ایزوتروپیک مورد استفاده در فرآیندهای فیلتراسیون آب اغلب با تکنیک‌های ریخته‌گری محلول حاوی پلیمر سنتز می‌شوند. بدین صورت که ابتدا پلیمر در یک حلال مناسب حل می‌گردد، سپس مخلوط حاصل را قالب‌گیری نموده و در دمای مورد نظر قرار می‌گیرد تا حلال داخل آن تبخیر شده و محل‌هایی که حلال خارج می‌شود، منافذ و تخلخل‌ها ایجاد می‌شوند. غشاهای غیرایزوتروپیک اغلب با فرآیند پلیمریزاسیون بین سطحی یا جداسازی فاز (مانند انعقاد حرارتی) سنتز می‌شوند. در فرآیند پلیمریزاسیون بین سطحی، ابتدای پایه متخلخل غشا به محلول آبی حاوی یک پلیمر واکنش‌پذیر آغشته شده و سپس در یک حلال غیر آبی برده می‌شود و واکنش‌گر موجود در حلال آلی با پلیمر موجود در پایه واکنش داده و سبب تولید غشا با حفرات و تخلخل‌های مورد نظر می‌شود. در روش انعقاد حرارتی ابتدا پلیمر در حلالی مناسب حل می‌گردد که قابلیت انحلال‌پذیری آن تابع دما بوده و صرفاً در دماهای نسبتاً زیاد می‌تواند محلولی همگن متشکل از پلیمر و حلال را حاصل کند. سپس محلول می‌تواند به شکل مورد نظر قالب‌گیری شود و با گذشت زمان و سرد شدن فیلم،



شکل ۳: تصویر SEM به دست آمده از یک غشای غیر ایزوتروپیک حاصل از فرآیند انعقاد حرارتی (جداسازی فاز)

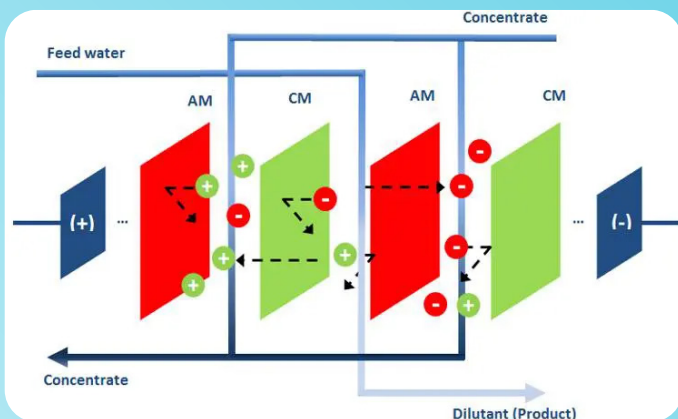
حلال از درون فیلم خارج شده و به صورت لایه‌ای در بالای آن ظاهر می‌شود. محل‌های خروج حلال، تخلخل و منافذ سطحی پلیمر رسوب کرده را شکل می‌دهد.

غشاهای پلیمری رایج در فرآیند تصفیه آب

۱- سلولز استات: اولین غشایی که جهت تهیه آب خالص مورد استفاده قرار گرفت، سلولز استات بود. از مزایای غشاهای سلولز استات می‌توان به خاصیت قطبی و آب دوستی آن اشاره نمود که باعث می‌شود لایه‌ای از آب در ابتدای برخورد با خوراک، سطح آن را بپوشاند و در نتیجه خوردگی حاصل از برخورد ذرات موجود در آب کمتر شود و عمر غشا بیشتر شده و عمل رسوب‌دهی کندتر شود.

۲- پلی‌آمید: پرکاربردترین غشا در واحدهای تصفیه و شیرین‌کننده‌های آب دریا، غشاهای پلی‌آمیدی می‌باشند و بازده بالایی از خود در زمینه تصفیه آب نشان می‌دهند. از مزایای این غشا می‌توان انعطاف مناسب نسبت به تغییرات pH، مقاومت حرارتی بالا و خواص مکانیکی خوب اشاره نمود. اما این غشا نیز مانند غشاهای سلولز استات در مقابل کلر مقاومت بسیار ضعیفی دارد و حتی در غلظت‌های پایین کلر تجزیه می‌شوند. به همین دلیل همیشه نیاز است در فرآیند اسمز معکوس، کلرهای آزاد که مخرب غشا است را از بین برده شوند.

۳- پلی‌سولفون و پلی‌اتر سولفون: این غشاها مزایای غشاهای پلی‌آمید را دارا هستند با این تفاوت که آبگریز هستند که برای غشاهای تصفیه‌کننده آب یک عیب محسوب می‌شود، ولی در مواردی که به عنوان غشای پایه برای غشاهای اسمز معکوس استفاده می‌گردند، این عیب به یک مزیت تبدیل می‌شود. ولی



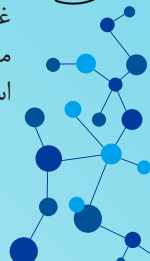
شکل ۴: تصویر شماتیک فرآیند الکترودیالیز معکوس

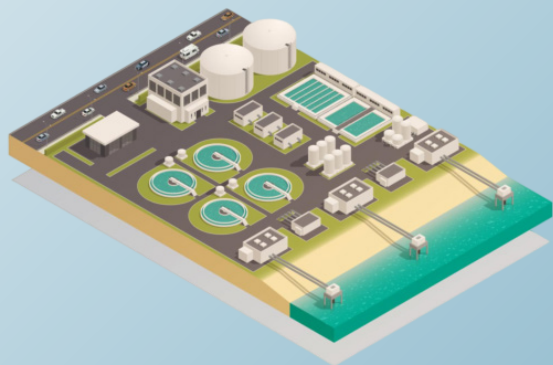
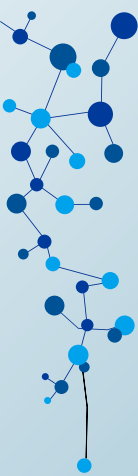
تفاوت غشاها به طور پیوسته با جریان برق احیاء می‌شوند.

۳- الکترودیالیز معکوس (EDR): روش EDR در واقع بیانگر جدا کردن املاح از آب با استفاده از انرژی برق است. در این روش با استفاده از جریان برق DC و همچنین غشاهای آنیونی و کاتیونی، عملیات جداسازی املاح از آب صورت می‌پذیرد که در اثر عبور آب از غشاهای سیستم، یکسری از املاح بر روی غشاها رسوب می‌نمایند و به ازای حدوداً هر ۱۵ دقیقه کار سیستم، پلاریته سیستم یا همان مکان قطب‌های مثبت و منفی تعویض می‌گردد و املاح رسوب کرده بر روی سیستم از آن جدا می‌شوند.

۴- سیستم اسمز معکوس (RO): در مخزن، آب به سمت قسمتی از غشا حرکت می‌کند که غلظت بیشتری دارد تا تعادل برقرار شود. به کارگیری فشار خارجی برای غلبه به فشار اسمزی با استفاده از غشای میان محلول شور و تصفیه‌شده، اساس سیستم اسمز معکوس را شکل می‌دهد.

۵- سیستم اسمز مستقیم (FO): فرآیند اسمز مستقیم، به عنوان زیر مجموعه فرآیندهای غشایی بر پایه اسمز به عنوان پدیده‌ای جذاب و مهم شناخته می‌شود که به جای فشار هیدرولیکی زیاد در فرآیند اسمز معکوس، از فشارهای اسمزی معمولی در عرض عبوری از غشا نیمه تراوا استفاده می‌کند. بنابراین فرآیند





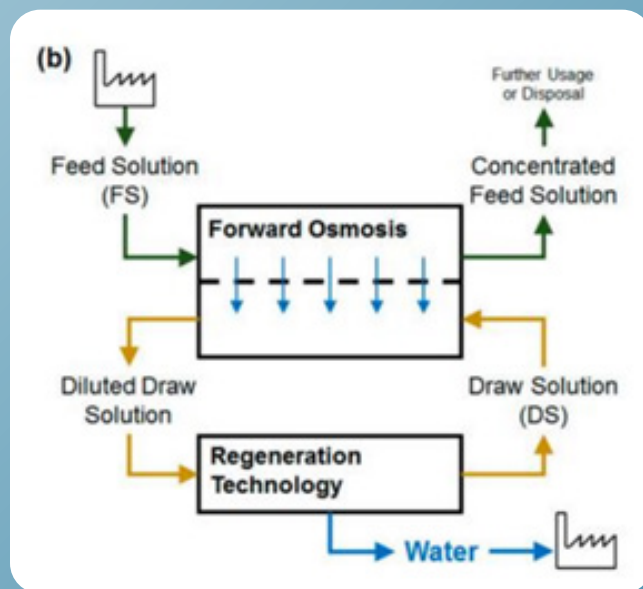
اسمز مستقیم به عنوان سیستمی است که بازده را افزایش داده و هزینه‌های عملیاتی و مصرف انرژی را در مقایسه با اسمز معکوس کاهش می‌دهد. بدین صورت که مطابق شکل ۵، ابتدا با استفاده یک محلول بسیار غلیظ و شور (Draw Solution)، گرادیان غلظت و فشار اسمزی دو طرف غشا را ایجاد کرده و سبب رقیق شدن محلول غلیظ شده و سپس این محلول طی فرآیندهای احیا همچون تبخیر، غلیظ شده و آب خالص جدا می‌شود و دوباره به سیکل فرایند بر می‌گردد.

نتیجه‌گیری

اگرچه پیشرفت چشم‌گیری در ساخت غشاها برای تصفیه آب قابل مشاهده است ولی انتخاب روش مناسب برای سنتز غشاهایی با خواص بالایی مکانیکی و شیمیایی، شار عبوری و انتخاب‌پذیری بالا، مقاومت در مقابل کلر یکی از مهمترین چالش‌های دانش غشا، خصوصاً غشاها پلیمری می‌باشد. پیشرفت بیشتر در این زمینه، نیازمند بهبود روش‌های ساخت غشاهای پلیمری رایج و همچنین توسعه روش‌های جدید برای فرآیندهای ساخت می‌باشد و عملکرد غشا (شار عبوری، رسوب) شدیداً وابسته به ترکیب شیمیایی، ویژگی‌های خاص ساختاری غشا، خواص آبدوستی و آب‌گریزی، بار غشا، سایز حفرات و توزیع سایز حفرات می‌باشد.

محمد آزادمنجیری

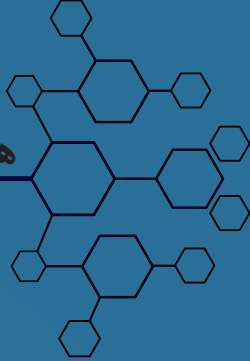
برای دسترسی به منابع بارکد زیر را اسکن کنید.



شکل ۵: فرایند اسمز مستقیم



هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی برای مهندسی بافت و پزشکی بازساختی



مهندسی بافت یک رشته نوظهور است که هدف آن ایجاد بافت‌های انسانی کاربردی برای اهداف پزشکی احیا کننده است. یکی از جنبه‌های مهم مهندسی بافت، توسعه داربست‌های مناسب است که به رشد سلولی، مهاجرت و بازسازی بافت کمک می‌کند. هیدروژل‌های بیوپلیمری به دلیل زیست‌سازگاری استثنایی، زیست‌تخریب‌پذیری و توانایی تقلید از ماتریکس خارج سلولی (ECM) در مهندسی بافت، نویدهای زیادی را نشان می‌دهند. هیدروژل‌های حاصل از بیوپلیمرها به آسانی سنتز می‌شوند و می‌توانند ویژگی‌های مختلفی برای کاربردهای مختلف داشته باشند، و به طور گسترده در زیست‌پزشکی برای کمک به درمان‌ها و نتایج بیماران استفاده شوند. پلی‌ساکاریدها، پلی‌پپتیدها و اسیدهای نوکلئیک را می‌توان به هیدروژل تبدیل کرد که هر کدام بسته به کیفیت آن‌ها برای اهداف منحصر به فردی هستند. بسته به هدف مورد نظر ژل، هیدروژل‌ها را می‌توان در یک فرآیند ساده با استفاده از مخلوط همگنی از مواد شیمیایی مختلف ساخت. انواع مختلفی از هیدروژل‌ها وجود دارند که شامل ژل‌های حساس به pH، ترموژل‌ها، ژل‌های حساس به نور هستند و هر کدام کاربردهای زیست‌پزشکی منحصر به فردی از جمله قابلیت‌های ساختاری، ترمیم‌کننده یا تحویل دارو دارند. این نوشته، کاربردها و چالش‌های استفاده از هیدروژل‌های بیوپلیمری را در مهندسی بافت بررسی می‌کند و مزایا و پیشرفت‌های اخیر در این زمینه را برجسته می‌کند.

خواص فیزیکی و شیمیایی هیدروژل‌های بیوپلیمری

هیدروژل‌ها دسته‌ای جذاب از بیوپلیمرها هستند که خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی از خود نشان می‌دهند. ویژگی‌های فیزیکی آن‌ها، مانند محتوای بالای آب و نرمی، آن‌ها را شبیه به بافت‌های بیولوژیکی می‌کند، و به آن‌ها اجازه می‌دهد به خوبی با سیستم‌های زنده تعامل داشته باشند. از نظر شیمیایی، هیدروژل‌ها دارای یک ساختار شبکه سه‌بعدی با اتصالات عرضی هستند که می‌توان نرخ تورم و تخریب آن‌ها را کنترل کرد. این ویژگی‌ها برای کاربردهای مختلف در زمینه‌های زیست‌پزشکی، دارورسانی و مهندسی بافت بسیار مطلوب هستند.

در ادامه با برخی از خصوصیات آن‌ها آشنا می‌شویم.

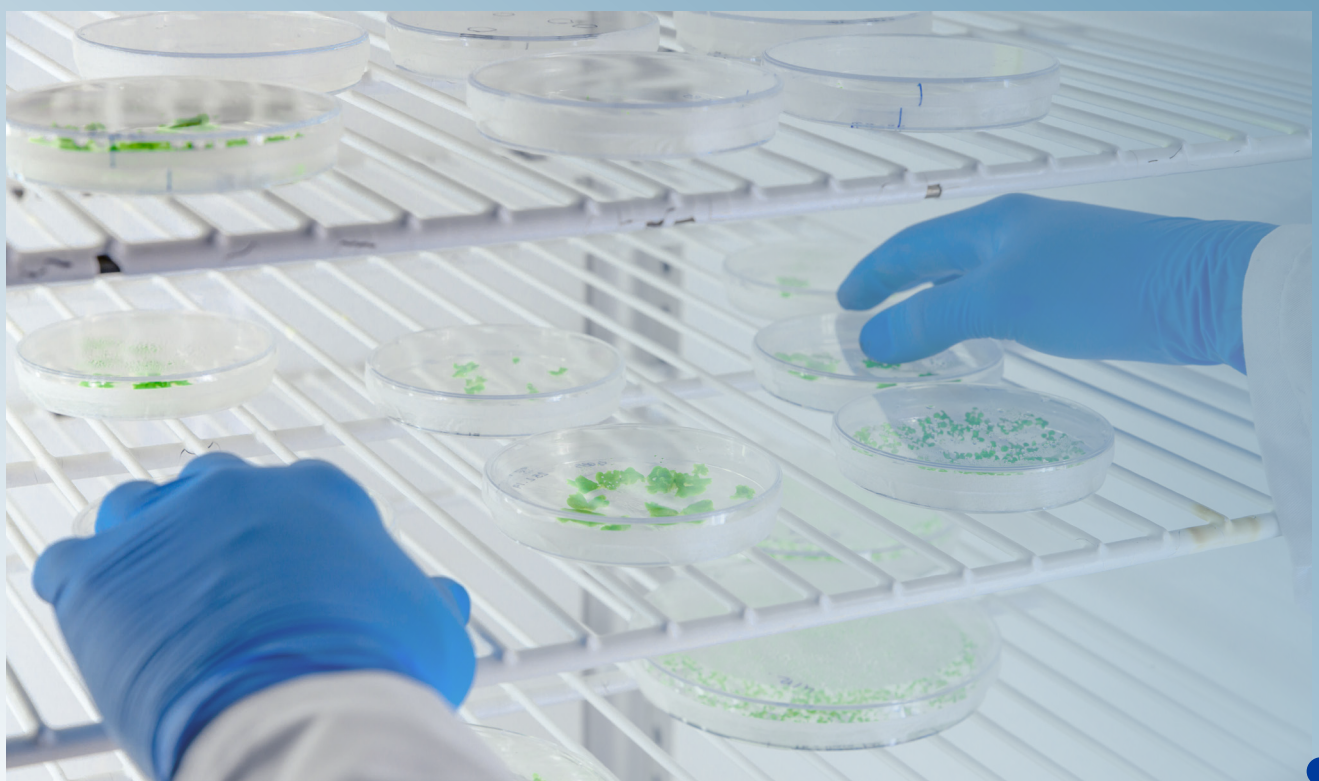
۱. زیست‌سازگاری

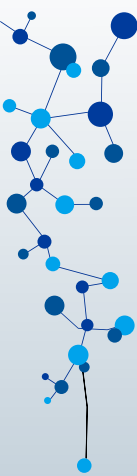
هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی، زیست‌سازگاری بسیار خوبی را ارائه می‌دهند، به این معنی که می‌توانند با سلول‌ها و بافت‌های زنده بدون ایجاد هیچ گونه عوارض جانبی تعامل داشته باشند. این موضوع در مهندسی بافت بسیار مورد توجه واقع شده، جایی که هدف اصلی ایجاد داربست‌هایی است که باعث رشد سلولی و بازسازی بافت می‌شود. پلیمرهای زیستی مانند کلاژن، ژلاتین و اسید هیالورونیک، موادی هستند که به طور طبیعی در بدن انسان یافت می‌شوند و آن‌ها را با سیستم‌های بیولوژیکی بسیار سازگار می‌کند.

۲. زیست‌تخریب‌پذیری

در زمینه هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی، زیست‌تخریب‌پذیری، ویژگی مهمی است که به هیدروژل اجازه می‌دهد تا به تدریج توسط بدن تجزیه و متابولیزه شود و آن را برای کاربردهای مختلف زیست‌پزشکی، از جمله مهندسی بافت و پزشکی احیاکننده، مناسب می‌کند. هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی معمولاً از پلیمرهای طبیعی مشتق‌شده از منابع بیولوژیکی مانند کلاژن، کیتوزان، ژلاتین، اسید هیالورونیک یا آلژینات تشکیل شده‌اند. این بیوپلیمرها معمولاً تجزیه‌پذیر هستند، به این معنی که می‌توانند توسط آنزیم‌های بدن یا میکروارگانیسم‌های موجود در محیط اطراف تجزیه شوند.

سرعت تجزیه زیستی هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی را می‌توان با عوامل مختلفی از جمله ترکیب و تراکم اتصال عرضی هیدروژل و همچنین وجود آنزیم‌ها یا میکروارگانیسم‌های خاص کنترل کرد. با تنظیم این عوامل، محققان می‌توانند نرخ تخریب هیدروژل را متناسب با کاربرد مورد نظر تنظیم کنند.





از طریق طراحی مولکولی، ساختار و ترکیب هیدروژل‌های بیوپلیمری را می‌توان به خوبی تنظیم کرد تا ماتریکس خارج سلولی (ECM) بافت‌های طبیعی را تقلید کند. با ترکیب توانایی‌های پپتیدی یا پلی‌ساکاریدهای خاص، این هیدروژل‌ها می‌توانند یک محیط زیست‌سازگار و زیست‌فعال برای سلول‌ها فراهم کنند. علاوه بر این، آزادسازی کنترل‌شده مولکول‌های درمانی را می‌توان با اصلاح ساختار شبکه هیدروژل یا معرفی واحدهای پاسخ‌دهنده به محرک‌ها به دست آورد. این ویژگی امکان تحویل هدفمند دارو، کاهش عوارض جانبی و افزایش کارایی درمان را فراهم می‌کند.

چالش‌های استفاده از هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی و راهکارهایشان

هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی که در محیط زیست تجزیه و تحلیل می‌شوند، علاوه بر استفاده‌های گسترده در بسیاری از زمینه‌ها، چالش‌های متعددی را به همراه داشته‌اند. با توجه به پیشرفت‌های اخیر در این حوزه، محققان تلاش بیشتری در جهت پیشرفت و بهینه‌سازی این مواد برای استفاده‌های مختلف مانند زیست‌پزشکی، مهندسی بافت، کشاورزی و محیط زیست انجام داده‌اند. ایجاد هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی با خواص بهینه و دارای قابلیت‌های متنوع که با نیازها و محدودیت‌های فعلی سازگار باشد، از جمله چالش‌های بزرگی است که بر آنها تمرکز کرده‌اند.

از چالش‌هایی استفاده از هیدروژل‌های مبتنی بر بیوپلیمر در مهندسی بافت که دانشمندان با آن‌ها دست و پنجه نرم می‌کنند می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. خواص مکانیکی

هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی اغلب دارای استحکام مکانیکی ضعیفی هستند. توانایی هیدروژل در تحمل تنش‌ها و کرنش‌های مکانیکی برای حفظ یکپارچگی ساختاری بافت ضروری است. اگر هیدروژل خیلی ضعیف باشد، ممکن است نتواند نیازهای مکانیکی بافت را پشتیبانی کند و منجر به شکست یا فروپاشی بافت مهندسی شده شود.

عدم تنظیم‌پذیری در خواص مکانیکی، یک چالش است. خواص مکانیکی هیدروژل‌ها مانند سفتی و کشسانی بودن به طور قابل توجهی بر رفتار سلولی و رشد بافت تأثیر می‌گذارد. با این حال، بسیاری از هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی دارای طیف محدودی از خواص مکانیکی هستند که می‌توان به آنها دست یافت، که منجر به ایجاد یک چالش در ساخت هیدروژل برای کاربردهای مهندسی بافت می‌شود.

۲. سرعت تخریب

نرخ تخریب بیوپلیمرها یک چالش مهم در کاربردهای مهندسی بافت است. فرآیند تخریب باید به دقت کنترل شود تا از یکپارچگی مکانیکی و زمان کافی برای بازسازی بافت اطمینان حاصل شود.

یکی از چالش‌های اصلی دستیابی به نرخ تخریب است که با جدول زمانی بازسازی بافت مطابقت داشته باشد. اگر بیوپلیمر خیلی سریع تجزیه شود، ممکن است قبل از تشکیل بافت جدید، استحکام مکانیکی خود را از دست بدهد. از سوی دیگر، اگر تخریب خیلی آهسته اتفاق بیفتد، می‌تواند روند بهبودی را مختل کند یا باعث پاسخ‌های التهابی شود. دستیابی به نرخ تخریب بهینه نیازمند درک جامعی از ساختار، ترکیب و شرایط محیطی بیوپلیمر است. علاوه بر این، سرعت تخریب باید قابل تنظیم باشد، زیرا

به عنوان مثال، در مهندسی بافت، یک هیدروژل مبتنی بر بیوپلیمر ممکن است به گونه‌ای طراحی شود که به آرامی تجزیه می‌شود و زمان کافی برای تشکیل بافت جدید و یکپارچه‌سازی می‌دهد، در حالی که در سیستم‌های دارورسانی، سرعت تخریب سریع‌تر ممکن است برای اطمینان از آزادسازی به موقع عوامل درمانی مطلوب باشد.

تجزیه‌پذیری زیستی در مهندسی بافت و پزشکی بازساختی بسیار مهم است زیرا اجازه می‌دهد تا داربست هیدروژل به تدریج با بافت تازه تشکیل شده، بدون نیاز به مداخله جراحی اضافی برای برداشتن داربست، جایگزین شود. این ویژگی همچنین خطر بالقوه کاشت طولانی مدت را به حداقل می‌رساند، زیرا محصولات تخریب شده می‌توانند متابولیزه شده و از بدن حذف شوند.

۳. غیر ایمنی‌زا

یکی از مزایای هیدروژل بیوپلیمر این است که ایمنی‌زا نیست. این بدان معنی است که وقتی هیدروژل به عنوان یک ماده زیستی استفاده می‌شود، باعث پاسخ ایمنی یا پس زدن بدن نمی‌شود. این در کاربردهای زیست‌پزشکی بسیار مهم است، زیرا امکان استفاده ایمن از هیدروژل را در روش‌های مختلف فراهم می‌کند. عدم ایمنی‌زایی تضمین می‌کند که بدن هیدروژل را به عنوان یک ماده خارجی درک نمی‌کند و سیستم ایمنی را فعال نمی‌کند، که می‌تواند منجر به التهاب، آسیب بافتی یا سایر عوارض شود. با کاهش خطر واکنش‌های ایمنی، هیدروژل‌های بیوپلیمری را می‌توان به طور گسترده در ایمپلنت‌های پزشکی، سیستم‌های دارورسانی و مهندسی بافت بدون به خطر انداختن ایمنی بیمار استفاده کرد.

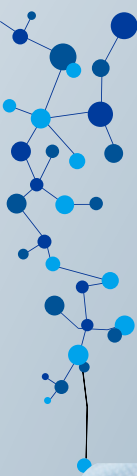
۴. تطبیق پذیری

هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی را می‌توان به گونه ای طراحی کرد که ویژگی‌های مکانیکی و ساختاری متفاوتی داشته باشد و آن‌ها را برای کاربردهای مختلف مهندسی بافت مناسب کند. این هیدروژل‌ها خواص مکانیکی قابل تنظیمی را نشان می‌دهند و به محققان این امکان را می‌دهند تا سفتی و کشش خود را متناسب با بافت‌های خاص تنظیم کنند. با تغییر غلظت پلیمر، چگالی اتصال عرضی و ترکیب، ویژگی‌های مکانیکی هیدروژل را می‌توان سفارشی کرد. به عنوان مثال، هیدروژل‌های نرم را می‌توان برای کاربرد در مغز توسعه داد، در حالی که هیدروژل‌های سفت‌تر ممکن است برای مهندسی استخوان یا غضروف مناسب باشند. کنترل خواص مکانیکی بسیار مهم است زیرا مستقیماً بر رفتار سلول از جمله چسبندگی، مهاجرت و تمایز تأثیر می‌گذارد.

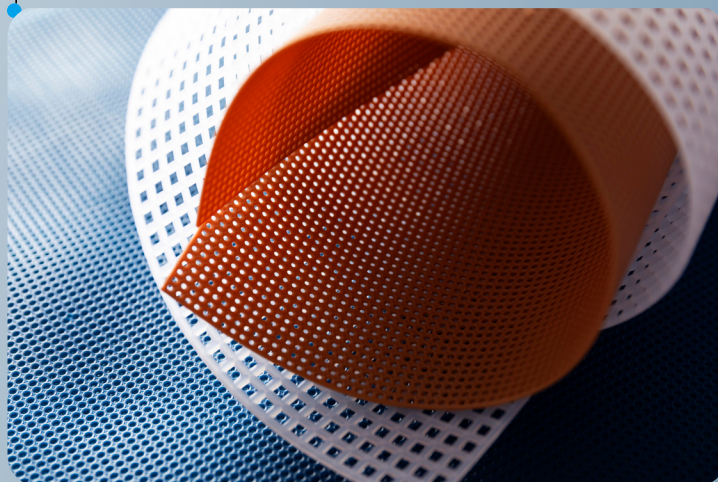
۵. طراحی و عملکرد مولکولی

طراحی مولکولی خود را به عنوان یک مزیت برجسته هیدروژل‌های بیوپلیمری نشان می‌دهد. توانایی دستکاری ساختار مولکولی این مواد امکان کنترل دقیق بر خواص آن‌ها را فراهم می‌کند که منجر به طیف گسترده‌ای از کاربردها می‌شود. با انتخاب دقیق مونومرها و عوامل اتصال عرضی، استحکام مکانیکی، زیست‌سازگاری و خواص آزادسازی دارو هیدروژل‌های بیوپلیمری را می‌توان بر اساس نیازهای خاص تنظیم کرد. این سطح از کنترل بر طراحی مولکولی امکان ایجاد هیدروژل‌هایی با عملکرد و تطبیق‌پذیری بیشتر را فراهم می‌کند و آن‌ها را به ابزارهای ارزشمندی برای زمینه‌های مختلف مانند مهندسی بافت، تحویل دارو و حسگرهای زیستی تبدیل می‌کند.





کشت پلیمرهای زیستی از این منابع نیاز به روش‌های پرهزینه دارد که بر دسترسی بیشتر آن‌ها تأثیر می‌گذارد. این در دسترس بودن محدود نه تنها پیشرفت تحقیقات بر روی هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی را مختل می‌کند، بلکه پذیرش گسترده آن‌ها را در کاربردهای تجاری محدود می‌کند. دانشمندان برای این مشکلات راه‌حلی نیز در نظر گرفته‌اند که به کمرنگ شدن این مشکلات کمک‌های شایانی شده است:



۱. استراتژی‌های اتصال عرضی: استراتژی‌های جدید اتصال عرضی را می‌توان برای بهبود خواص مکانیکی هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی، مانند اتصال عرضی یونی، اتصال عرضی با واسطه کاتکول و افزودن مایکل استفاده کرد.

۲. سیستم‌های هیبریدی: سیستم‌های هیبریدی که بیوپلیمرها یا بیوپلیمرهای مختلف را با پلیمرهای مصنوعی ترکیب می‌کنند، می‌توانند برای بهبود خواص مکانیکی و سرعت تخریب هیدروژل‌ها استفاده شوند.

۳. ترکیب نشانه‌های زیست‌فعال: نشانه‌های زیست‌فعال مانند فاکتورهای رشد، پپتیدها، و اجزای ماتریکس خارج سلولی را می‌توان در هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی گنجانده تا رشد و تمایز سلولی را تقویت کند.

۴. تکنیک‌های ساخت پیشرفته: تکنیک‌های ساخت پیشرفته مانند چاپ زیستی سه‌بعدی را می‌توان برای کنترل دقیق شکل و اندازه هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی برای کاربردهای مهندسی بافت استفاده کرد.

۵. منابع جایگزین: از منابع جایگزین بیوپلیمرها مانند کیتین و کیتوزان می‌توان برای غلبه بر محدودیت دسترسی و هزینه بالای برخی بیوپلیمرها استفاده کرد.

کاربرد هیدروژل‌های بیوپلیمری در مهندسی بافت

به دلیل توانایی آن‌ها در تقلید از خواص پیچیده و همه‌کاره بافت‌های بومی توجه قابل توجهی را به خود جلب کرده است. این هیدروژل‌ها که از پلیمرهای زیست‌سازگار تشکیل شده‌اند، نتایج امیدوارکننده‌ای را در جنبه‌های مختلف بازسازی بافت، مانند داربست سلول‌ها، دارورسانی و کپسوله‌سازی سلولی نشان داده‌اند. ساختار سه‌بعدی هیدروژل‌ها امکان تبادل موثر مواد مغذی و گاز را فراهم می‌کند و باعث رشد و تمایز سلولی می‌شود. علاوه بر این، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی قابل تنظیم آن‌ها، طراحی هیدروژل‌هایی را که با ویژگی‌های مکانیکی و بیوشیمیایی بافت‌های خاص مطابقت دارند، امکان‌پذیر می‌کند و یکپارچگی

انواع بافت‌های مختلف دارای نرخ‌های بازسازی متفاوتی هستند.

۳. فقدان زیست فعالی

هیدروژل‌های زیست فعال موادی هستند که توانایی تعامل با بافت‌های زنده را دارند و باعث تقویت اتصال سلولی، تکثیر و تمایز می‌شوند. با این حال، یکی از چالش‌های اصلی در توسعه هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی، فقدان زیست‌فعالی است. زیست‌فعالی به توانایی یک ماده برای برانگیختن پاسخ‌های بیولوژیکی خاص در هنگام تماس با سیستم‌های زنده اشاره دارد. بدون فعالیت زیستی، هیدروژل‌ها ممکن است نتوانند به طور موثر رفتار سلولی را تنظیم کرده و با بافت‌های اطراف یکپارچه شوند و کاربردهای بالقوه آن‌ها در زمینه‌های زیست‌پزشکی مانند مهندسی بافت و تحویل دارو را محدود کنند. این چالش را می‌توان به عوامل متعددی نسبت داد. اولاً، انتخاب خود پلیمر زیستی ممکن است ذاتاً دارای خواص زیست فعال نباشد. در حالی که پلیمرهای طبیعی مانند کلاژن و آلژینات به دلیل زیست‌سازگاری معمولاً در فرمولاسیون‌های هیدروژل استفاده می‌شوند، آن‌ها اغلب سیگنال‌های لازم برای تحریک پاسخ‌های سلولی خاص را ندارند. ثانیاً، فرآیند ساخت هیدروژل نیز می‌تواند بر زیست‌فعالی تأثیر بگذارد.

۴. دشواری در ساخت

ساخت هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی در شکل و اندازه مورد نظر برای کاربردهای مهندسی بافت ممکن است دشوار باشد. بیوپلیمرها می‌توانند از منابع مختلفی مانند پروتئین‌ها، پلی‌ساکاریدها و اسیدهای نوکلئیک به دست آیند. این پلیمرها اغلب به تکنیک‌های پردازش دقیق برای تشکیل هیدروژل‌هایی با خواص مطلوب نیاز دارند. دستیابی به تعادل مناسب بین غلظت پلیمر و عوامل اتصال عرضی برای اطمینان از برخورداری هیدروژل از استحکام مکانیکی و تخلخل مطلوب بسیار مهم است. علاوه بر این، کنترل فرآیند ژل شدن خود می‌تواند چالش برانگیز باشد، زیرا عواملی مانند دما و pH می‌توانند تا حد زیادی بر تشکیل شبکه هیدروژل تأثیر بگذارند. ساخت هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی نیازمند درک کامل و بهینه‌سازی این پارامترها برای ایجاد موادی با خواص خاص برای کاربردهای مختلف است.

۵. در دسترس بودن محدود

هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی به دلیل ماهیت زیست‌سازگار و زیست‌تخریب‌پذیر، پتانسیل فوق العاده‌ای در کاربردهای مختلف دارند. با این حال، در دسترس بودن محدود آن‌ها همچنان یک چالش مهم است. تولید هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی به انتخاب دقیق مواد اولیه و مجموعه خاصی از تکنیک‌های ساخت نیاز دارد. این در دسترس بودن محدود در درجه اول به دلیل کمبود بیوپلیمرهای خاص و فرآیند سنتز پیچیده مورد نیاز برای ایجاد هیدروژل با خواص مطلوب است. در نتیجه، دسترسی و مقرون به صرفه بودن هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی با مشکل مواجه می‌شود و استفاده از پتانسیل کامل آن‌ها را برای محققان و صنایع دشوار می‌کند. یکی از موانع اصلی در تولید هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی، کمبود برخی مواد خام است. برخلاف پلیمرهای مصنوعی که به راحتی در مقیاس بزرگ قابل تولید هستند، بیوپلیمرها از منابع طبیعی مانند گیاهان یا حیوانات به دست می‌آیند. دسترسی به این منابع طبیعی محدود است و بسته به موقعیت جغرافیایی و عوامل فصلی می‌تواند متفاوت باشد. علاوه بر این، استخراج یا



زیستی پتانسیل زیادی برای مهندسی بافت و پزشکی احیا کننده دارند و تحقیقات در حال انجام بر بهبود خواص و کاربردهای آن‌ها متمرکز است.

امیرحسین مشتاقی

برای دسترسی به منابع بارکد زیر را اسکن کنید.



آن‌ها را پس از کاشت افزایش می‌دهد. هیدروژل‌های بیوپلیمری همچنین می‌توانند سلول‌ها را در شبکه متخلخل خود میزبانی کنند و کشت سلولی سه‌بعدی را برای اهداف مهندسی بافت ممکن می‌سازند. داربست‌های هیدروژل محیطی مناسب برای تکثیر، تمایز و تشکیل ساختارهای بافتی جدید برای سلول‌ها فراهم می‌کند. علاوه بر این، ساختار متخلخل امکان انتقال موثر مواد مغذی، اکسیژن و مواد زائد را فراهم می‌کند که برای بقا و عملکرد بافت‌های مهندسی شده ضروری است.

پیشرفت‌های اخیر در هیدروژل‌های بیوپلیمری منجر به توسعه هیدروژل‌های هوشمندی شده است که به محرک‌های خارجی پاسخ می‌دهند. این محرک‌ها می‌توانند شامل دما، pH، نور یا میدان‌های مغناطیسی باشند که به کنترل دقیق خواص هیدروژل و رفتار سلول اجازه می‌دهند. به عنوان مثال، هیدروژل‌های پاسخ‌دهنده به دما می‌توانند تزریق کم تهاجمی و ژل‌سازی در محل را هنگامی که در معرض گرمای بدن قرار می‌گیرند تسهیل کنند و آن‌ها را برای برنامه‌های ترمیم بافت مناسب می‌سازد.

چشم‌انداز پلیمرهای هیدروژل در مهندسی بافت در آینده

بیوپلیمرهای هیدروژل پتانسیل فوق العاده‌ای در زمینه مهندسی بافت نشان داده‌اند و چشم‌اندازهای هیجان‌انگیزی را برای آینده ایجاد می‌کنند. این مواد زیستی که از شبکه‌های پلیمری متورم با آب تشکیل شده‌اند، خواص بافت طبیعی را تقلید می‌کنند و برای کاربردهای مختلف مناسب هستند. بیوپلیمرهای هیدروژل را می‌توان برای مطابقت با نیازهای بافت خاص سفارشی کرد و به محققان این امکان را می‌دهد که عواملی مانند سختی مکانیکی، تخلخل و سرعت تخریب را کنترل کنند. بیوپلیمرهای هیدروژل با ایجاد یک محیط حمایتی برای رشد و تکثیر سلولی، بازسازی و ترمیم بافت را افزایش می‌دهند. علاوه بر این، زیست‌سازگاری و توانایی آن‌ها در ارائه مولکول‌های فعال زیستی آن‌ها را به نامزدهای ایده‌آل برای سیستم‌های دارورسانی تبدیل می‌کند. به طور کلی، تطبیق‌پذیری و ویژگی‌های امیدوارکننده بیوپلیمرهای هیدروژل، نویدبخش انقلابی در رویکردهای مهندسی بافت است که منجر به بهبود نتایج بیماران و توسعه درمان‌های نوآورانه می‌شود.

نتیجه‌گیری

هیدروژل‌های بیوپلیمری دارای خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی هستند که آن‌ها را برای مهندسی بافت و کاربردهای پزشکی احیا کننده جذاب می‌کند. ویژگی‌های فیزیکی هیدروژل‌ها مانند استحکام مکانیکی و سرعت تخریب آن‌ها را می‌توان با استفاده از استراتژی‌های اتصال عرضی و سیستم‌های ترکیبی تنظیم کرد. ترکیب نشانه‌های زیست‌فعال، مانند فاکتورهای رشد و اجزای ماتریکس خارج سلولی، می‌تواند کمبود زیست‌فعالی را در هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی برطرف کند و همین‌طور تکنیک‌های پیشرفته ساخت، مانند چاپ زیستی سه‌بعدی، می‌تواند برای غلبه بر مشکل در ساخت هیدروژل‌ها به شکل و اندازه دلخواه مورد استفاده قرار گیرد. با این حال، هنوز چالش‌هایی وجود دارد که باید بر آنها غلبه کرد، مانند دسترسی محدود و هزینه بالای برخی از پلیمرهای زیستی مورد استفاده در ساخت هیدروژل. برای رفع این چالش نیز می‌توان از منابع جایگزین بیوپلیمرها مانند کیتین و کیتوزان استفاده کرد. به طور کلی، هیدروژل‌های مبتنی بر پلیمرهای



طبیعت، یک پالت الهام‌بخش برای توسعه مواد

طبیعت سال‌هاست که الهام‌بخش دانشمندان و مهندسان برای توسعه مواد بوده و ساختارهای پیچیده و کارآمدی را برای عملکردهای مختلف بهینه‌سازی کرده است. زیربنای سیستم‌های طبیعی، این امکان را برای دانشمندان و مهندسان فراهم می‌کند تا مواد نوآورانه‌ای را با ویژگی‌های تقلیدشده از طبیعت، کشف کنند. پلیمرهای زیستی، مانند پروتئین‌ها، پلی‌ساکاریدها و اسیدهای نوکلئیک، به دلیل سازگاری زیستی و پایداری به عنوان بلوک‌های ساختمانی ایده‌آل برای طراحی مواد بیوپلیمری عمل می‌کنند.

کامپوزیت‌های سرامیکی-پلیمری با الهام از صدف‌ها

مواد سرامیکی به دلیل استحکام بالا و مقاومت در برابر خوردگی و حرارت، در مهندسی قابل ملاحظه هستند. با این حال، شکنندگی ذاتی مواد سرامیکی، دامنه کاربرد آن‌ها را تا حد زیادی محدود می‌کند. دانشمندان با تقلید از ساختار مادر صدف توانسته‌اند از طریق انجماد کنترل‌شده سوسپانسیون‌های یک اکسید آلومینیوم (آلومینا) در آب و افزودن یک پلیمر معروف، پلی‌متیل متاکریلات (PMMA)، سرامیک‌هایی تولید کنند که ۳۰۰ برابر سخت‌تر از اجزای تشکیل‌دهنده‌شان هستند. پوسته نرم‌تنان، *Haliotis rufescens*، دارای لایه ناکرئوس با حدود ۹۵ درصد حجمی پلاکت‌های کلسیم کربنات آراگونیت (CaCO_3) لایه‌ای با قطری در محدوده ۲ تا ۱۰ میکرومتر و ضخامت در محدوده ۰٫۲-۰٫۹ میکرومتر و ۵ درصد حجمی بیوپلیمر است. این پلاکت‌ها به شکل انباشته از لایه‌ها در صفحه‌ای تقریباً عمود بر جهت ضخامت حفره هستند که پلاکت‌های مجاور توسط پل‌های معدنی در مقیاس نانو به هم متصل می‌شوند و با پلیمرهای زیستی به یکدیگر متصل می‌شوند و معماری به اصطلاح «آجر و ملات» را تشکیل می‌دهند. چنین معماری، ابزار مؤثری برای جذب انرژی مکانیکی را فراهم می‌کند؛ علاوه بر این، می‌تواند باز شدن سطوح ترک را به تعویق بیندازد. در نتیجه، چقرمگی شکست صدف مروارید، می‌تواند از لحاظ انرژی تقریباً سه مرتبه بزرگتر از CaCO_3 باشد، که نشان‌دهنده رفتار منعطف در برابر ترک خوردگی است.

فراهم ساختن این ساختار در مواد سرامیکی را می‌توان با

روش‌های مختلفی از جمله، مونتاژ لایه به لایه، فیلتراسیون خلاء، کوکستروژن، ساخت مواد افزودنی (به عنوان مثال، چاپ سه بعدی)، کانی‌سازی قالبی و ریخته‌گری انجمادی بدست می‌آید که هر کدام از آن‌ها نقوصی دارند.

تکنیک پیشنهادی در این موارد که در آن پودرهای سرامیکی ناهموار به‌طور اختصاصی توسط نیروی برشی که توسط غلتک‌ها اعمال می‌شود، هم‌تراز شده و تراکم می‌یابند. پودرهای ناهموار Ti_3AlC_2 ، Al_2O_3 و h-BN با ابعاد مختلف به‌عنوان عناصر برای ساخت کامپوزیت‌های سرامیک-پلیمری مشابه صدف انتخاب شده‌اند. تأثیر ابعاد مشخص و مقادیر مواد افزودنی پودرهای سرامیکی ناهموار بر ویژگی‌های مکانیکی کامپوزیت‌ها با جایگزین کردن Ti_3AlC_2 با مقادیر مختلف Al_2O_3 و h-BN بررسی شده است. این تکنیک یک روش ساده برای تقویت مواد سرامیکی را فراهم می‌سازد.

به طور کلی، کلید مقاومت مواد، توانایی پراکندگی انرژی کششی است. نفوذ پلیمر بین فضاهای لایه‌های آلومینا، به لایه‌های سخت آلومینا اجازه می‌دهد که در هنگام بارگذاری (با مقدار کمی) روی یکدیگر لغزش پیدا کنند. پلیمر به عنوان یک روان کننده عمل می‌کند؛ به همین دلیل در افزایش سختی مواد سرامیکی در آینده، باید نسبت سرامیک به پلیمر در ترکیبات را، بهبود بخشید. هیبرید آلومینا / PMMA فقط ۸۵ درصد آلومینا بود، باید محتوای سرامیک را افزایش داد و لایه‌ها را حتی بیشتر نازک کرد. همچنین می‌توان پلیمر PMMA را با یک پلیمر بهتر جایگزین کرد.

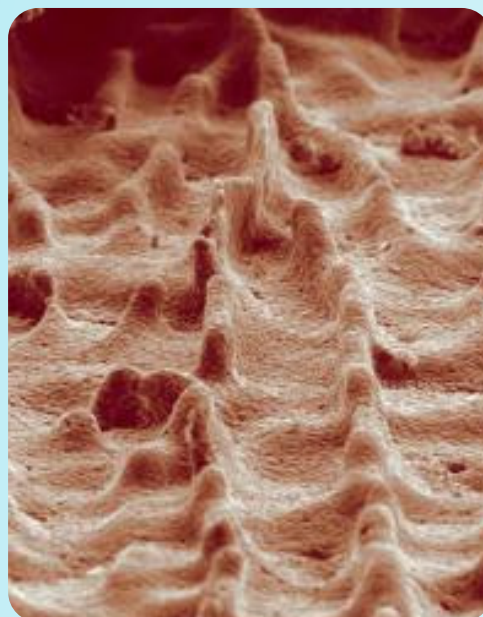
آیا از بال حشرات می‌توان برای نجات بینایی افراد استفاده کرد؟



شکل ۲: ساخت نوعی پلاستیک با الهام از بال حشرات

محققان دانشگاه کالیفرنیا، موفق به ساخت نوعی ماده ضد باکتری با هزاران ستون میخی شکل بسیار کوچک شده‌اند که هر ستون شباهتی یک تار موی نامرئی در بال جیرجیرک دشتی دارد. سطح بال‌های حشرات، سلول‌های باکتریایی را از بین می‌برد. با استفاده از مواد پلیمری، ساختارهایی برای تراشه‌های کامپیوتری اختراع شده، که باکتری‌ها پس از قرار گرفتن بر روی این سطوح از بین می‌روند. این میکروب‌ها خود را به درون نانو اسپایک‌ها یا نانو ساختارهای میخی شکل واقع در بال حشرات فرو می‌برند. در اصل آن‌ها با این کار خود را در معرض مرگ قرار می‌دهند.

محققان پلاستیکی با نام پلی‌متیل متاکریلات با نام اختصاری PMMA را جهت کار خود انتخاب نمودند. آن‌ها از قالبی جهت تبدیل این پلاستیک به نانو ستون‌های میخی شکل استفاده کردند که به راحتی قابل دسترس بود. این قالب مسطح دارای



شکل ۱: زبری سرامیک هیبریدی آلومینا/PMMA





پلاستیک در سراسر جهان تولید شده که تنها ۲۲ میلیون تن از آن‌ها بازیافت شده است. پلاستیک‌ها ترکیبات آلی مصنوعی چکش‌خواری هستند که می‌توانند به صورت اجسام جامد قالب‌گیری شوند. به طور معمول، آن‌ها از پلیمرهای آلی با جرم مولکولی بزرگ ساخته می‌شوند که از طریق فرآیندهای شیمیایی مانند تراکم و پیوند متقابل به یکدیگر متصل شوند. این پلیمرها معمولاً از پتروشیمی‌ها به دست می‌آیند. شکل‌های رایج پلاستیک‌ها که ما به طور روزمره با آن‌ها در ارتباط هستیم عبارتند از: نایلون (پلی‌آمیدها)، الیاف (پلی‌استرها) و بطری‌های پلاستیکی (پلی‌اتیلن و پلی‌اتیلن ترفتالات). با این حال، مجموعه‌ای از گزینه‌ها از مواد تجدیدپذیر بدست می‌آیند. محققان با بهبود تکنیک‌های پردازش، پرداختن به چرخه عمر کامل تولید پلاستیک‌های زیستی و با تنظیم دقیق ساختار آن‌ها، در سدد جایگزینی پلاستیک‌های سنتی پتروشیمی با پلاستیک‌های زیستی هستند. این توسعه می‌تواند تأثیر بالقوه بر محیط زیست و اقتصاد جهانی داشته باشد. روش‌های اشاره شده در زیر نمونه‌هایی از این توسعه می‌باشد.

« ساخت پلاستیک‌های زیستی مبتنی بر نشاسته:

پلیمرهای مبتنی بر نشاسته، پلاستیک‌های زیستی هستند که در مقیاس‌های صنعتی تولید می‌شوند. این پلاستیک‌های زیستی از ترکیب نشاسته‌های گیاهی با نرم‌کننده‌هایی مانند گلیسرول یا گلیکول ساخته می‌شوند که شکل‌پذیری را افزایش می‌دهد. ویژگی بارز این نوع بیوپلاستیک‌ها، ارزان‌ی و زیست تخریب پذیر بودن آنها است. با این حال، به دلیل تمایل خود به خودی، به جذب آب و امکان تخریب در محیط‌هایی با دما و رطوبت بالا، استفاده از آن‌ها محدود است. برای غلبه بر این محدودیت‌ها، محققان در حال بررسی چندین راه هستند.

با مهندسی ژنتیک، می‌توان ترکیب‌های دقیق انتخاب شده از پلیمرهای مستقیم یا شاخه‌دار با وزن مولکولی دلخواه را در نشاسته‌ها قرار داد که می‌تواند منجر به تولید مواد بادوام‌تر شود.

« ساخت پلی‌استرهای انعطاف‌پذیر و اقتصادی:

گروه مهم دیگری از پلاستیک‌ها، پلی‌استرها هستند؛ پلیمرهایی که دارای یک گروه عاملی استر در زنجیره اصلی خود هستند.

هزاران فرورفتگی بسیار کوچک بود. آن‌ها PMMA حرارت دیده را با فشار در قالب قرار دادند. سپس این پلاستیک خنک شده به نانو اسپایک‌هایی همانند آنچه در بال‌های جیرجیرک دشتی است، تبدیل شد.

اما چالش اصلی به دلیل اینکه قرینه چشم به شکل مسطح نبوده بلکه منحنی شکل است، به وجود می‌آید. همانطور که یک کاغذ به هنگام پیچیده شدن به دور یک توپ بیسبال، چروک، چروک برمی‌دارد، پلیمرهای مسطح نیز در صورت پیچیده شدن به دور اشکال منحنی خراب می‌شوند. در نتیجه می‌توان پوششی را به این قالب‌های پلاستیک افزود که لایه پوششی آن‌ها به همین صورت برای نانواسپایک‌های موجود در پلاستیک عمل کند.

گام بعدی برای چاپ سه بعدی

محققان در دانشگاه ETH زوریخ، با استفاده از چاپ سه بعدی، مواد پلیمری مایع قابل بازیافت را با استفاده از چاپگرهای رایانه‌ای معمولی توسعه داده‌اند. این ماده جدید عملکرد پلیمرهای چاپ شده را به چالش می‌کشد. انتظار می‌رود که این فناوری تأثیر قابل توجهی در برنامه‌های سازه‌ای، پزشکی و بهره‌برداری از انرژی داشته باشد. مدلسازی‌ها نشان داده است که تولید قطعات پیچیده منحصر به فرد به طور سریع و با هزینه کم امکان‌پذیر است.

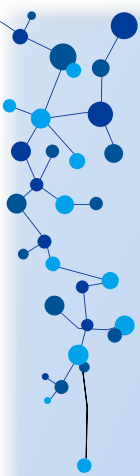
این محققان توانستند اشیاء را از یک ماده قابل بازیافت تک چاپ کنند که خواص مکانیکی آن تمام پلیمرهای چاپ شده دیگر را برتری می‌بخشد و می‌تواند با کامپوزیت‌های تقویت شده با الیاف رقابت کند. آن‌ها از دو ماده در طبیعت الهام گرفته‌اند: ابریشم عنکبوت و چوب. ابریشم عنکبوت خواص مکانیکی خود را از ترتیب مولکولی در جهت الیاف بدست می‌آورد. این فناوری تأثیر قابل توجهی در صنایع مختلف از جمله مهندسی سازه، برنامه‌های پزشکی و بهره‌برداری از انرژی خواهد داشت.

پلاستیک‌های پایدار با الهام از طبیعت

از زمانی که الکساندر پارکز در سال ۱۸۵۶ اولین پلاستیک را ثبت اختراع کرد، این مواد به هر گوشه سیاره ما راه پیدا کردند، از جمله بسیاری از جاهایی که نباید باشند. زباله‌های پلاستیکی از محل‌های دفن زباله به رودخانه‌ها و اقیانوس‌ها منتقل می‌شوند. این مواد شیمیایی، زنجیره‌های غذایی را آلوده می‌کنند و در اکوسیستم‌های مختلف، از کف دریاها تا مرتفع‌ترین یخچال‌های طبیعی آلف، تجمع می‌یابند.

طبق آمارهای بدست آمده در سال ۲۰۱۴، ۳۲۲ میلیون تن





در تجهیزات جدید یک مانع بزرگ بود. پلاستیک‌های زیستی تجاری موجود مانند bio-PE و bio-PET در حال حاضر بر روی تجهیزات معمولی تولید می‌شوند. علاوه بر این، پلی‌استرهای بیوپلاستیک جدید و ترکیبات پلیمری طوری می‌توان طراحی شوند که خواص ذوبی نزدیک به پلاستیک‌های معمولی داشته باشد، بنابراین امکان پردازش مشابه در تجهیزات موجود را فراهم می‌کند. هنگام توسعه پلاستیک‌های زیستی جدید، محققان باید به تمرکز بر روی ساخت مواد سازگار با تجهیزات موجود ادامه دهند.

نتیجه‌گیری و چالش‌های آینده

این نوع مقاله‌ها، اهمیت همکاری چند رشته‌ای بین زیست‌شناسان، شیمی‌دانان، مهندسان و دانشمندان مواد را برجسته می‌کند. هدف بیومیمیک تقلیدی از خواص و عملکردهای قابل توجه سیستم‌های طبیعی با استفاده از پلیمرهای زیستی است. جایی که معماری و سازماندهی مواد بیولوژیکی در طراحی پلیمرهای زیستی تکرار می‌شود. نمونه‌هایی مانند الیاف الهام گرفته از ابریشم عنکبوت، کامپوزیت‌های شبیه‌سازی ناکر، و داربست‌های الهام‌گرفته از مرجان، کاربرد ساختارهای طبیعی را در توسعه مواد نشان می‌دهد. البته این مسیر، چالش‌های زیادی در آینده دارد که با دانش و همت همگانی قابل حل هستند.

هانا عسگری

برای دسترسی به منابع بارکد زیر را اسکن کنید.



پیشرفت‌های اخیر توسط منابع گیاهی جدید با مولکول‌های پیش‌ساز پلی‌استر و تکنیک‌های جدید برای سنتز پلیمرها، منجر به بهبود خواص مکانیکی، تجزیه‌پذیری زیستی و به صرفه بودن اقتصادی آن‌ها می‌شود. با این وجود، آن‌ها معمولاً شکننده و سفت هستند. برای بهبود انعطاف‌پذیری پلی‌استرها، تحقیقات فعلی بر روی تکنیک‌هایی مانند کوپلیمریزاسیون و اختلاط پلیمرها تمرکز دارد که روش‌هایی برای ترکیب اجزای مختلف مونومر هستند.

یکی از پلی‌استرهای رایج، پلی‌بوتیلن سوکسینات، یک پلیمر زیست تخریب‌پذیر است که از مونومرهای اسید سوکسینیک ساخته شده است. نسخه تجاری موجود، که در برخی از بسته‌بندی‌ها استفاده می‌شود. ساخت آن مونومرها از منابع تجدیدپذیر، بررسی روش‌های مقرون‌به‌صرفه‌تر را برای تولید این ماده نشان می‌دهند. منابع بیولوژیکی فراوان اسید سوکسینیک، مانند نشاسته ذرت، ملاس نیشکر، آب پنیر، چوب و سویا باید تولید کم هزینه را ممکن کند. به طور کلی، تحقیقات بر روی کوپلیمرهای مخلوط (ترکیبی از توالی‌های مونومر مختلف در یک زنجیره پلیمری) منجر به پلی‌استرهای زیست تخریب‌پذیر با خواص مکانیکی و عملکردی پیشرفته شده است.

«تجهیزات قدیمی برای تولید پلاستیکی جدید»

بزرگ‌ترین تحولی که اخیراً صنعت پلاستیک‌های زیستی را تقویت کرده است، تمرکز بر موادی بوده است که می‌توانند با تجهیزات موجود مورد استفاده برای پلاستیک‌های معمولی پردازش شوند، راه حلی که به عنوان drop-in شناخته می‌شود. در اصل، بسیاری از جایگزین‌ها باید روی تجهیزات پردازش تخصصی ساخته می‌شدند. اما متقاعد کردن شرکت‌ها برای سرمایه‌گذاری



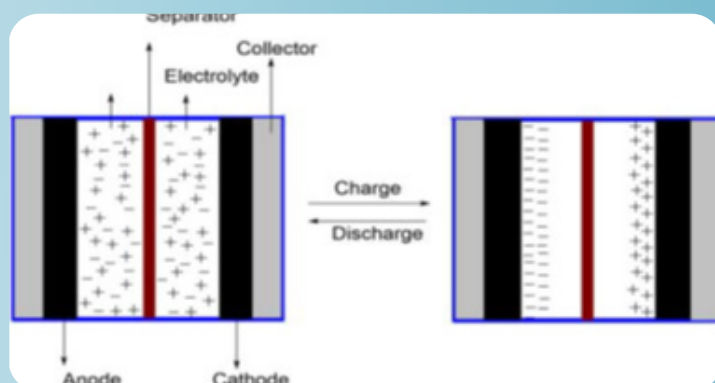


نقش بیوپلیمرها در ابرخازن‌ها و دستگاه‌های ذخیره سازی انرژی

شکل ۲ به صورت شماتیک عملکرد یک ابرخازن باردار و تخلیه شده نشان داده شده است. ۱. انواع خازن و باتری خازن‌ها بر اساس قطبیت به دو دسته قطبی و غیر قطبی تقسیم می‌شوند. بسته به مواد الکترود و دی-الکتریک موجود در خازن، به خازن‌های متقارن و نامتقارن تقسیم می‌شوند. در خازن‌های متقارن از مواد مشابه به عنوان الکترود مثبت و منفی استفاده می‌شود، در حالی که در خازن‌های نامتقارن از دو ماده متفاوت به عنوان آنود و کاتد استفاده می‌شود. بنابراین دسته بندی خازن‌ها به انواع مختلف، بر اساس اجزای متفاوتی که برای ساخت آن‌ها استفاده می‌شود، تعیین می‌شود.

۲. تفاوت خازن‌ها، ابرخازن‌ها و باتری‌ها

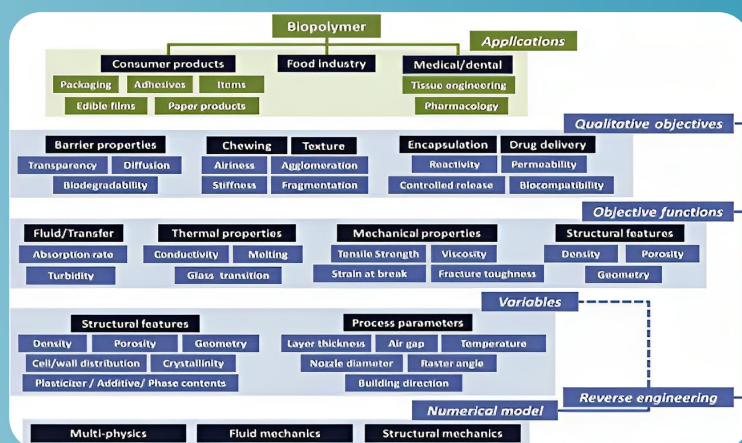
باتری‌ها وسایل ذخیره انرژی پرکاربردی هستند و مکانیسم ذخیره انرژی آن‌ها با خازن‌ها متفاوت است. در باتری‌ها، واکنش‌های فارادی یا انتقال الکترون بین الکترودها مسئول ذخیره انرژی یا الکتریسیته هستند، در حالی که در خازن‌ها انرژی از طریق روش‌های غیرفارادی ذخیره می‌شود و یا هیچ



شکل ۲: نمایش شماتیک یک ابرخازن باردار و دشارژ شده

انتقال الکترونی بین دو ماده الکترود وجود ندارد. اگر در یک خازن انتقال الکترون وجود داشته باشد، به آن شبه خازن می‌گویند. در خازن‌ها بارهای موجود روی مواد الکترود دریافت می‌شود و خازن هر زمان که از طریق مدارهای خارجی متصل شود، آن‌ها ارسال می‌شوند. عملکرد ابرخازن‌ها و باتری‌ها را می‌توان با در نظر گرفتن سطح مشترک یا دو لایه الکتریکی یک سطح برق دار توضیح داد. ذخیره و تخلیه شارژ دستگاه‌ها به عنوان یک پدیده سطحی اتفاق می‌افتد. مدل‌های مختلفی برای توضیح مکانیسم ذخیره‌سازی شارژ یک لایه دوگانه توسعه یافته‌اند. یک نمونه مدل دو لایه هلمهولتز است. هرمان فون هلمهولتز اولین کسی بود که تشکیل یک لایه یونی را بر روی سطوح الکترود باردار کشف کرد. سپس این مدل توسط محققان مختلفی مانند گوی چپمن و برایان ایوانز کانوی اصلاح شد. با توجه به تحولات اخیر در زمینه دو لایه الکتریکی، دو لایه یونی متوالی بر روی سطح الکترود باردار تشکیل می‌شوند. بار لایه یونی خلاف بار روی یک الکترود است و یون‌های حل شده در فراتر از این دو لایه وجود دارند. لایه‌های آنیونی بر روی آنود و لایه‌های کاتیونی بر روی کاتد در هنگام شارژ خازن‌ها مشاهده می‌شوند. وقتی از الکترود تخلیه می‌شود، یون‌ها به طور برگشت‌پذیر در محلول پخش می‌شوند. لایه اول یک لایه هلمهولتز داخلی است و لایه دوم (لایه هلمهولتز بیرونی) به طور ضعیفی به سطح الکترود متصل است. لایه دوم

پلیمرها ترکیبات شیمیایی هستند که توسط مولکول‌های مشابهی با ساختارهای تکرارشونده تولید شده و به یکدیگر متصل می‌شوند، به عنوان مثال پلی استایرن، نایلون، پلی فیل و پلی آنیلین. بیوپلیمرها ترکیبات پلیمری طبیعی هستند که دارای یک واحد مولکولی یکسان در چارچوب مولکولی خود هستند. برخی از پلیمرهای زیستی بیش از یک واحد مونومر متفاوت در ساختار خود دارند. سلولز، نشاسته، کیتین، کیتوزان، لیگنین و لاستیک نمونه‌های بهتری از پلیمرهای زیستی هستند که در زمینه‌های مختلف شیمی مواد، قابل استفاده است. گروه‌های عاملی مانند آمینو، هیدروکسیل، کربوکسیل، آمید و اتر، رایج ترین گروه‌های عاملی موجود در بیوپلیمرها هستند. به طور کلی، خواص شیمیایی و فیزیکی بیوپلیمرها به گروه‌های عاملی موجود در چارچوب پلیمر بستگی دارد. گروه‌های عملکردی می‌توانند الکترون‌ها و پروتون‌ها را برای اتصال به بخش‌های دیگر از طریق برهمکنش الکترواستاتیکی و پیوند هیدروژنی فراهم کنند. همچنین، خواص ساختاری و الکترونیکی به گروه‌های عاملی موجود در زنجیره پلیمری بستگی دارد. از این رو، برخی از پلیمرها رسانا و برخی نارسا هستند. برخی از خواص ذاتی مواد بیوپلیمرها، پارامترهای فرآیند و عملکردهای مورد نظر مورد نیاز برای کاربردهای مختلف در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: خواص ذاتی مواد بیوپلیمرها، پارامترهای فرآیندی و عملکردهای مورد نظر برای کاربردهای مختلف [۱].

کامپوزیت‌های بیوپلیمری در ابرخازن‌ها به عنوان مواد الکترود برای بهبود عملکرد و ظرفیت استفاده می‌شوند. برای درک عملکرد خازن‌ها و ابرخازن‌ها، باید اصول اولیه عملکرد خازن‌ها را بدانیم. ابرخازن‌ها از خازن‌هایی با عملکرد پیشرفته ساخته می‌شوند. خازن در قرن ۱۸ توسعه یافت و از مواد شیشه‌ای به عنوان دی الکتریک بین دو رسانا استفاده شد. تا قرن ۱۹، همین روند برای ساخت خازن‌ها دنبال می‌شد، اما افزایش تقاضای رادیوهای بی سیم، محققان را بر آن داشت تا ساختار خازن‌ها را اصلاح کنند. خازن‌ها مانند باتری‌ها دارای دو جزء مهم هستند: آنود و کاتد. مواد مختلفی برای ساخت اجزای ابرخازن‌ها از جمله فلزات، مواد نیمه هادی، کامپوزیت‌های نیمه هادی و کامپوزیت‌های پلیمری موجود است. پلاستیک، شیشه، کاغذ و برخی مواد نارسا به عنوان دی الکتریک یا عایق جهت جلوگیری از تماس مستقیم بین آنود و کاتد استفاده می‌شود. در

۴. پلیمرهای زیستی در باتریها

مواد کامپوزیت لیگنین، سلولز، کیتوزان و الیاف ابریشم برای ساخت و اصلاح دستگاه جهت به کارگیری در آینده استفاده می شود. در کنار ذخیره انرژی و ایمنی محیط، تمرکز اصلی دستگاه ها برای استفاده و تجاری سازی در مقیاس بزرگ است. استفاده از پلیمرهای زیستی در این دستگاه ها می تواند تا حدودی این مشکلات را برطرف کند و در عین حال این مواد می توانند تمامی الزامات اجزای به کار رفته در آن ها را برآورده کنند. بنابراین می توان استفاده از پلیمرهای زیستی را به صورت زیر طبقه بندی کرد: پلیمرهای زیستی در آند، بیوپلیمرها در کاتد، زیست پلیمرها در الکترولیت و بیوپلیمرها در جداکننده. بیوپلیمرها در تمام اجزای باتری ها حتی به عنوان چسب و الکترولیت جامد گنجانده شده اند. مشابه مواد خازن، مواد فعال با تکنیک های طیفی و میکروسکوپی مختلف مشخص می شوند. تجزیه و تحلیل الکروشیمیایی اطلاعاتی در مورد ظرفیت، قابلیت بازیافت و پایداری مواد ارائه می دهد. از داده های امپدانس الکروشیمیایی، مقاومت انتقال بار ماده الکترواکتیو قابل شناسایی است.

جعفر رضایی استخرنویه

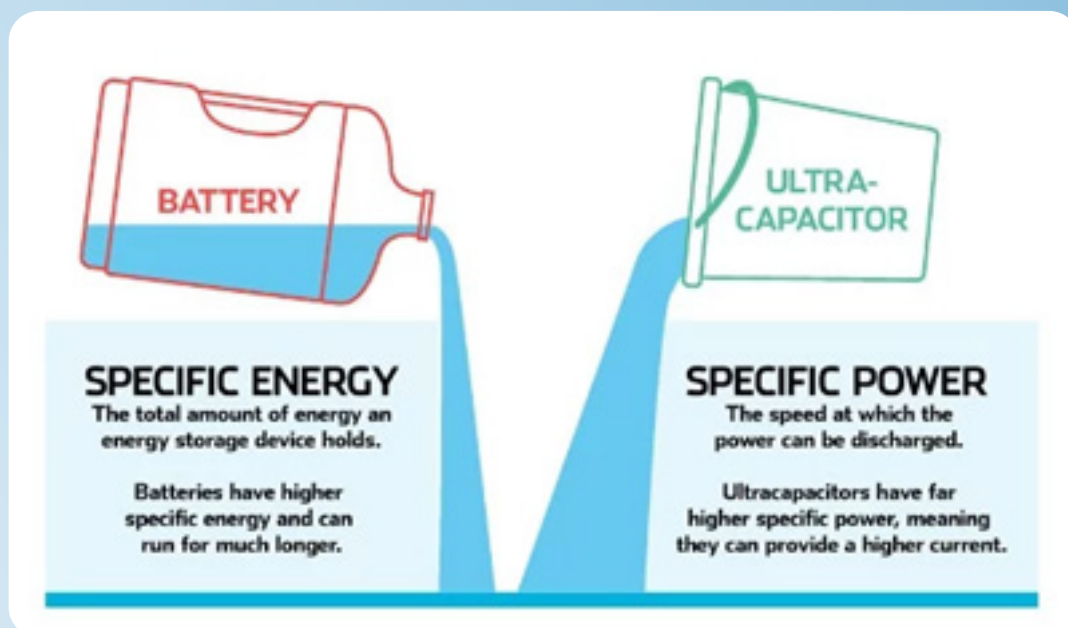
برای دسترسی به منابع بارکد زیر را اسکن کنید.



با یون های حلال خارجی در تماس است و از نظر حرارتی قابل انتشار است. برهمکنش کولمبیک تنها مسئول ذخیره بار روی الکترودها است و انتقال بار بین الکترودها و یون ها اتفاق نیفتاده است. برهمکنش های الکترواستاتیکی بین الکترودها و یون های محلول، سهم عمده ای در مکانیسم های ذخیره انرژی همراه با شبه خازن دارند. در باتری های قابل شارژ، واکنش های افزایش و کاهش، مسئول ذخیره انرژی هستند و واکنش های اکسیداسیون و کاهش به ترتیب در آند و کاتد رخ می دهند. در خازن ها واکنش الکتروشیمیایی در مکانیسم ذخیره انرژی صورت نمی گیرد. خازن ها به دلیل ظرفیت ذخیره سازی بالاتر در مقایسه با خازن های معمولی، با ابرخازن ها متفاوت هستند. همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است، ابرخازن ها به دلیل وجود دو لایه مواد الکترواکتیو و بیشترین سطح موجود برای ذخیره سازی به خازن های الکتریکی دو لایه نیز معروف هستند. خازن ها فقط یک لایه مواد الکترواکتیو دارند. از این رو، ظرفیت ذخیره سازی آن ها به دلیل در دسترس بودن سطح کاهش یافته، کم است. ابرخازن ها در مقایسه با باتری ها دارای چگالی انرژی و توان بالاتری هستند

۳. بیوپلیمرها در ابرخازن ها

به طور گسترده ای از بیوپلیمرهایی نظیر مواد سلولز، لیگنین و کیتوزان به دلیل دوام، استحکام کششی بالا و تجزیه پذیری برای ساخت ابرخازن ها استفاده می شود. داربست های سلولزی به عنوان پلیمرهای زیستی در چارچوب متفاوتی مانند پنبه، سلولز باکتریایی، خمیر سلولز و سلولز میکروکریستالی در دسترس هستند. سلولز این قابلیت را دارد که با مواد کربنی مختلف ترکیب شود و کامپوزیت هایی با خواص متفاوت ایجاد کند. کربن ها و کامپوزیت های پلیمری مصنوعی سلولز به دلیل قابلیت بازیافت، پایداری و سطح بالای مواد، موادی هستند که به طور گسترده ای مورد مطالعه قرار می گیرند. کامپوزیت های سلولز/کربن کاندیدهای امیدوارکننده ای برای کاربرد ابرخازن ها هستند. نانولوله های کربنی، کربن فعال، گرافن و نانوذرات کربن مهم ترین مواد کربنی ساخته شده با سلولز هستند. همچنین، سلولز برای تهیه کامپوزیت های پلی آنیلین، پلی پیرول و پلی تیوفن برای ساخت مواد الکترودها ابرخازن ها ترکیب می شود.



شکل ۳: تفاوت ابرخازن ها با باتری ها



بیوپلیمرهای حاصل از زیست توده زباله (رویکردی پایدار برای استفاده از منابع)

بیوپلیمرها، پلیمرهای زیست تخریب پذیری هستند که از منابع گیاهی، حیوانی و میکروبی حاصل می شوند. بیوپلیمرها شامل پلی ساکاریدهایی مانند: سلولز، نشاسته، آلژینات، پلیمرهای کربوهیدراتی، پلیمرهای زیستی مبتنی بر پروتئین حیوانی مانند ابریشم، چوب، ژلاتین، کلاژن و... هستند. بیوپلیمرها دارای خواص زیست سازگاری و زیست تخریب پذیری هستند. مزیت اصلی یک پلیمر زیستی، تشخیص بیولوژیکی آن است که از چسبندگی سلولی پشتیبانی می کند. رایج ترین بیوپلیمر سلولز است که فراوان ترین ترکیب آلی روی زمین بوده و ۳۳ درصد از تمام اجزای گیاه را تشکیل می دهد.

بیوپلیمرهای طبیعی

پلاستیک به عنوان کالایی مبتنی بر نفت بوده و اصلی ترین دلیل جایگزینی آن با مواد زیست تخریب پذیر مقرون به صرفه بودن بیوپلیمرها و کاربردهای ارزشمند آن است. در بین پلیمرهای طبیعی، نشاسته از اهمیت بالایی برخوردار است. بر اساس منشأ و زیست تخریب پذیری پلیمر (الف) پلیمرهای مبتنی بر زیست توده منابع کشاورزی (ب) پلیمرهای سنتز شده میکروبی (ج) پلیمرهای سنتز شده شیمیایی از مونومر منابع کشاورزی و (د) پلیمرهای سنتز شده شیمیایی مونومرها و پلیمرهای منابع فسیلی، از جمله بیوپلیمرهای طبیعی هستند.

۱- بیوپلیمر بر پایه قند

پلی هیدروکسی بوتیرات نمونه ای از پلیمرهای مبتنی بر قند است که از ساکارز یا نشاسته با فرآیند تخمیر باکتریایی به دست می آید. پلیلاکتید از اسید لاکتیک ساخته شده است که از قند شیر، چغندر قند، سیب زمینی، گندم و غیره به دست می آید.

۲- پلیمر زیستی مبتنی بر نشاسته

نشاسته را می توان از سیب زمینی، ذرت، گندم و تاپیوکا استخراج کرد. آن ها را می توان به گونه ای تغییر داد که به صورت ترموپلاستی یعنی به نحوی که پلاستیک هنگام گرما دیدن نرم می شود و پس از سرد شدن سفت می شود و می توان این فرایند را بارها تکرار کرد بدون آن که تغییر چشمگیری در خواص آن ایجاد شود، تغییر شکل داد تا ذوب شود. نشاسته ترموپلاستیک یک نشاسته فرآوری شده حرارتی است که از سیب زمینی، تاپیوکا، ذرت، ذرت یا برنج استخراج می شود. ماده به دست آمده برای تزریق و قالب گیری است.

۳- پلیمر زیستی مبتنی بر سلولز

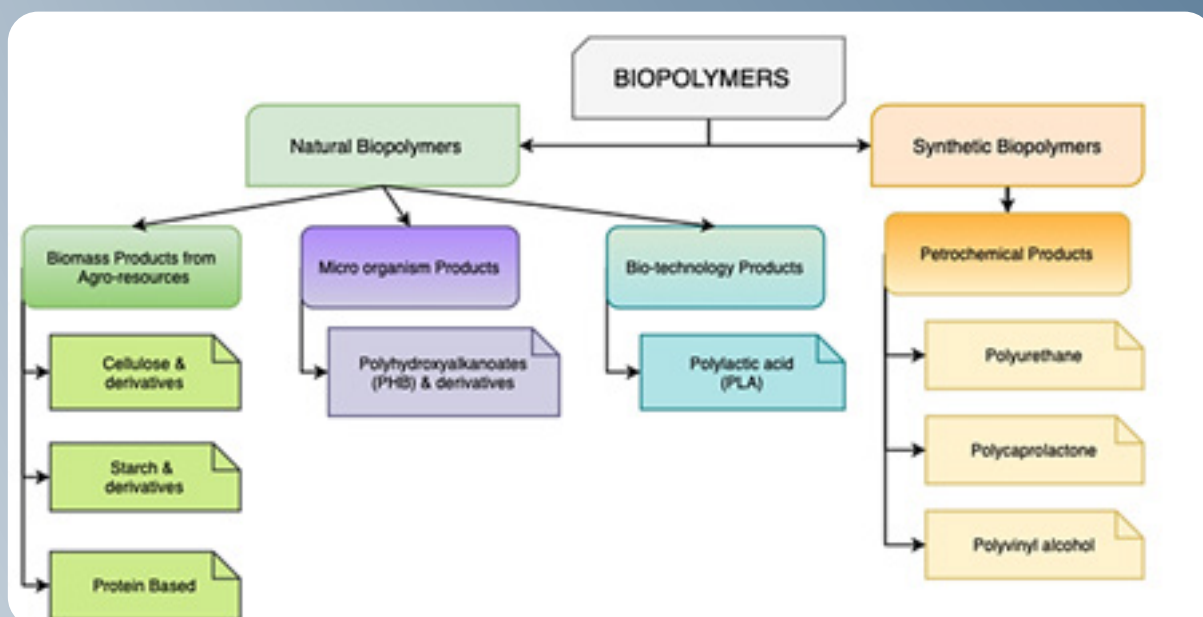
سلولز فراوان ترین ترکیبات آلی طبیعی است. سلولز از دیرباز برای ساخت مواد بسته بندی مانند سلفون استفاده می شود، چه به شکل سلولز خالص یا نیتروسولوز، این ماده کاملاً زیست تخریب پذیر است.

بیوپلیمرهای مصنوعی

ترکیبات مصنوعی مانند پلاستیک ها که از زیست توده به دست می آیند، با نام پلاستیک های زیستی شناخته شده و مورد استفاده به عنوان ماده اولیه برای تولید پلیمرهای زیست تخریب پذیر هستند. پلی وینیل الکل (PVA)، پلی کاپرولاکتون (PCL)، پلی لاکتیک اسید (PLA)، پلی گلیکولیک اسید (PGA)، پلی هیدروکسی بوتیرات (PBS) نمونه هایی از بیوپلیمرهای مصنوعی هستند.

PCL-۱

PCL (پلی کاپرولاکتون) یک پلی استر زیست تخریب پذیر است، شناخته شده ترین کاربرد پلی کاپرولاکتون در ساخت پلی یورتان های تخصصی است. بیشتر از این پلیمر به عنوان ماده افزودنی برای صمغ ها استفاده می شود تا کیفیت تهیه آن ها افزایش یابد. پلی



شکل ۱: طبقه بندی ساده بیوپلیمرها



در سال‌های اخیر، استخراج بیوپلیمری مبتنی بر زیست‌توده ضایعات با عملکرد و قیمتی مناسب، مزایای فوق‌العاده‌ای برای مدیریت پسماند دارد.

بازیابی پلیمرهای زیستی از منابع و سطوح مختلف

پسماندهای زیست‌توده به‌عنوان یک ماده اولیه لیگنوسلولزی، دارای سه بیوپلیمر اصلی هستند: سلولز، همی‌سلولز و لیگنین. ساختار و عملکرد آن‌ها به‌عنوان منبع یک زباله زیستی باورنکردنی است. انگیزه کلیدی، پاکسازی حداکثر همی‌سلولز و لیگنین است، در عین حال، زمان حفظ سلولز دست نخورده و بهره‌وری سلولز به روش پیش‌تصفیه بستگی دارد که هنوز پرهزینه‌ترین و خسته‌کننده‌ترین مرحله در استخراج زیست‌توده است.

۱- استخراج بیوپلیمر لیگنین

لیگنین یکی از مطمئن‌ترین منابع تجدیدپذیر در کاهش استفاده از چسب مصنوعی در تولید کامپوزیت چوب با توسعه مواد لیگنوسلولزی است. مغز گشنیز یک محصول زائد در دسترس غنی از لیگنین است.

۲- استخراج بیوپلیمر سلولز

پلیمرهای مصنوعی شیمیایی روز به روز در حال گسترش هستند. با این حال، زیست‌تخریب‌پذیری کمتر چنین پلیمرهایی باعث سمیت زیست‌محیطی می‌شود. از این رو، استخراج، شناسایی و ساخت مواد زیست‌تخریب‌پذیر نقش مهمی در کاهش آلودگی محیطی دارد. با اعمال میکروارگانیسم‌ها در محیط، تمام مواد طبیعی از نظر بیولوژیکی تخریب می‌شوند. زباله‌های کارخانه چوب‌بری یکی از فراوان‌ترین زباله‌ها در سراسر جهان است. بنابراین، تمرکز تحقیقات بر تولید مواد کامپوزیتی کم‌هزینه و زیست‌تخریب‌پذیر برای کاربردهای مهندسی با استخراج مواد سلولزی موجود در ضایعات کارخانه‌های چوب‌بری است.

۳- استخراج و شناسایی کیتین

فراوان‌ترین آمینو پلی‌ساکارید طبیعی کیتین است و تخمین زده می‌شود که سالانه تقریباً به اندازه سلولز تولید می‌شود. کیتین با موفقیت از یک ماهی کپور معمولی به دست آمده است. هر ساله تن‌ها زباله زیستی در سراسر جهان تولید می‌شود، ضایعات صنایع غذایی شامل مازاد کاه گندم، تفاله قهوه مصرف‌شده یا پوست مرکبات است که همگی منبعی برای تصفیه زیستی محصول هستند. به طور کلی، سه راه برای تولید پلیمرهای زیستی وجود دارد: (الف) پلیمرهایی که مستقیماً از زیست‌توده استخراج می‌شوند مانند برخی پلی‌ساکاریدها و پروتئین‌ها، (ب) پلیمرهای تولید شده توسط میکروب‌ها و (ج) از باکتری‌های اصلاح شده ژنتیکی مانند پلی‌هیدروکسی آلکانوات‌ها، سلولز باکتریایی و غیره.

زباله‌هایی مانند خاک اره، تراشه‌ها، مواد کامپوزیت پلیمری زیست‌تخریب‌پذیر، کم‌هزینه و عملکرد بهتر را برای کاربردهای مهندسی تولید می‌کنند. طاهری و همکاران از ضایعاتی مانند ضایعات کشاورزی حاصل از تولید مواد غذایی، بقایای فرآوری مواد غذایی، ضایعات خانگی مخلوط تولید شده به‌عنوان مثال، مازاد کاه گندم، قهوه مصرف‌شده یا پوست مرکبات برای استخراج مواد شیمیایی با انرژی بالا بهره بردند. طبق گزارشات و تحقیقات، استخراج شکل غیراستیل کیتین از ضایعات پوسته میگو امکان‌پذیر است. شلف میگو مقدار زیادی کیتین دارد و به‌عنوان یک ضد باکتری استخراج می‌شود. همچنین مشخص شده است که کیتوزان دارای فعالیت‌های ضد توموری، آنتی‌اکسیدانی و ضد

(استر آمید) حاوی اسیدهای آمینه α به‌عنوان مواد ضروری در زمینه زیست‌پزشکی کاربرد دارند.

۲-PHBV

یک پلیمر از نوع پلی‌هیدروکسی آلکانوات پلاستیکی که به‌طور طبیعی توسط باکتری‌ها تشکیل می‌شود و یک پلیمر زیست‌تخریب‌پذیر، غیرسمی، زیست‌سازگار و جایگزین خوبی برای بسیاری از پلیمرهای مصنوعی غیرقابل تجزیه است.

۳-PHA

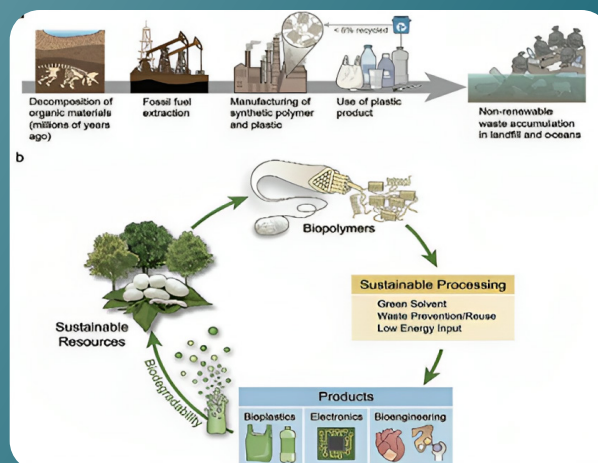
PHA ها یعنی پلی‌هیدروکسی آلکانوات‌ها پلی‌استر هستند و میکروارگانیسم‌های مختلف آن‌ها را به‌طور طبیعی و همچنین از طریق تخمیر پلی‌ساکارید تولید می‌کنند.

۴-PLA

پلیلاکتید به اختصار PLA نامیده می‌شود و امیدوارکننده‌ترین بیوپلیمر مصنوعی بوده و در رابطه با بیشتر پلیمرهای ترموپلاستیک منحصر به فرد است. بیشتر پلاستیک‌ها از پالایش و پلیمریزاسیون ذخایر نفت تجدیدپذیر به دست می‌آیند. پلی‌لاکتیک اسید از منابع تجدیدپذیر کشاورزی مانند نشاسته ذرت یا چوب قند ساخته شده است. پلی‌لاکتیک‌اسید دارای ویژگی‌های مشابه پلی‌پروپیلن (PP)، پلی‌اتیلن (PE) یا پلی‌استایرن (PS) است. این امر باعث می‌شود که تولید PLA که استاندارد طلایی پلاستیک‌های زیستی است، به دلیل حجم تولید بالا در بین پلیمرهای زیستی مصنوعی، مقرون‌به‌صرفه باشد.

۵-PBAT

PBAT یعنی پلی‌بوتیلن آدیپات ترفتالات یک کوپلیمر (copolymer) دلخواه زیست‌تخریب‌پذیر است، به ویژه پلی‌استری از دی‌متیل ترفتالات و اسید آدیپیک، ۱،۴-بوتاندیول. این یک جایگزین کاملاً سازگار با محیط زیست است. پلی (گلیسرول سبکات) (PGS) در داربست‌های سه‌بعدی و داربست استخوانی قابل استفاده است. پلی‌کاپرولاکتون (PCL) دارای کاربردهای بالینی داربست‌های الکتروریسی، لایه‌های نازک و معماری لانه‌زنبوری، ترمیم زخم با پلی‌اورتان، مهندسی بافت قلب و پیوند پوست است. پلی‌تترافلوئورواتیلن (PTFE) برای ساختار بدون سلول و غیر قابل تغییر با حداقل تخریب برای سطوح دو بعدی و کاشت ترمیم قلب، پیوند عروقی استفاده می‌شود. کاربردهای دیگری نیز انواع مختلف آن دارد. با این حال، قیمت بالا و حساسیت به دمای پایین مانع از رسیدن آن به بازار در مقیاس بزرگ شده است ولی خواصی مانند زیست‌سازگاری، تجزیه زیستی به محصولات غیر سمی، زیست‌فعالی بالا، باعث کاربردی شدن آن است.



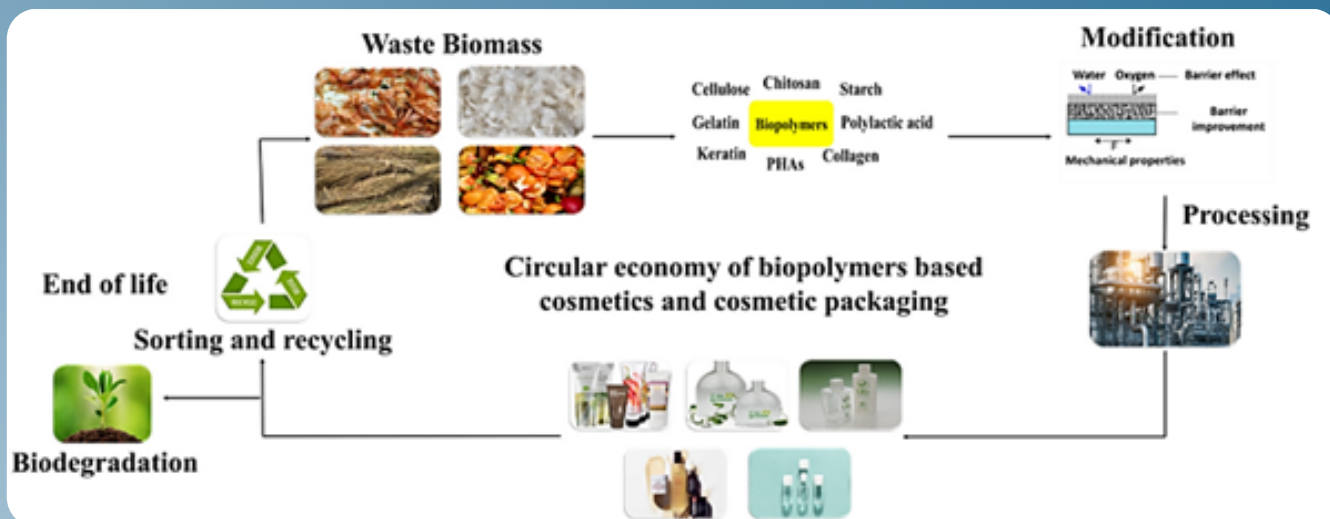
شکل ۲: مروری بر پایداری پلیمرها (الف) پلیمرهای مصنوعی و (ب) پلیمرهای زیستی



میکروبی است.

بیوپلیمرها در صنعت لوازم آرایشی

در طول سال‌های گذشته، مواد بیوپلیمری به دلیل قیمت، دوام و سازگاری، جذابیت زیادی در صنعت لوازم آرایشی جهانی پیدا کرده‌اند. از پلیمرهای آرایشی برای آماده‌سازی نانوذرات برای عطر استفاده می‌شود و همچنین نانوذرات با تقویت‌کننده‌های نفوذ پوستی بارگذاری شده تا فعالیت‌های زیستی خود را بر روی پوست افزایش دهند. پلیمرهای طبیعی در فرمولاسیون‌های آرایشی به دلیل ویژگی‌های سازگار با محیط زیست، ایمن و زیست‌سازگار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. بیوپلیمرها ویژگی‌های دارویی و فیزیکی شیمیایی مختلفی را نشان می‌دهند که می‌توانند برای استفاده در مراقبت از ناخن، دندان، پوست و مو ایجاد شوند. بسته‌بندی بیوپلیمری برای لوازم آرایشی در حال حاضر تجاری شده است و با ارائه روش‌های ممکن برای استفاده از محصولات زائد بدون تأثیر منفی بر محیط، جایگزین بهتری برای بسته‌بندی‌های پلاستیکی مصنوعی هستند.



شکل ۳: اقتصاد دایره‌ای لوازم آرایشی و بسته‌بندی لوازم آرایشی بر اساس پلیمرهای زیستی

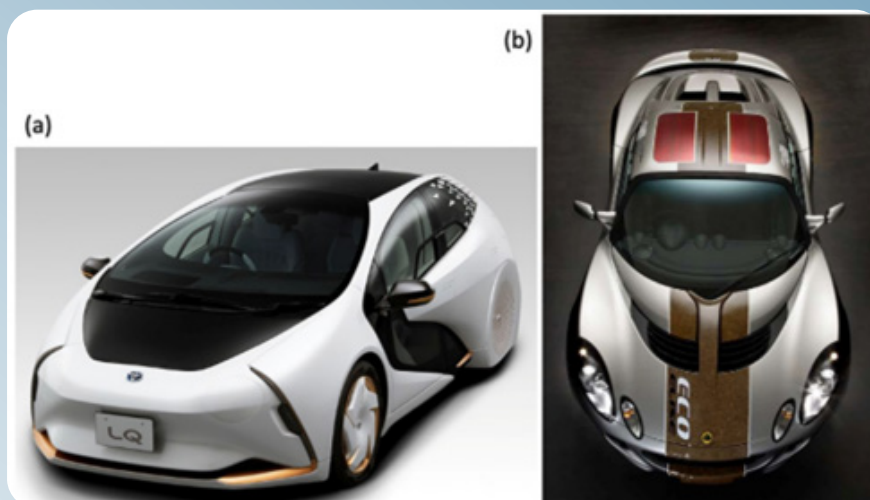
زیستی پایدار از زیست‌توده کشاورزی مسیری امیدوارکننده به سوی آینده‌ای سازگارتر با محیط زیست ارائه می‌دهد.

تنگناهای بازیابی پلیمرهای زیستی

چندین محدودیت برای بازیابی بیوپلیمر و فرآورده‌های پیش تصفیه وجود دارد. به‌عنوان مثال، بهینه‌سازی تولید پلیمرهای زیستی برای جبران بازده‌های پایین زیست‌توده می‌تواند مشکل جدی هزینه را بسته به بازده آن برطرف کند. شناخت فرآورده‌ها، بهینه سازی منابع و بهره‌وری نسبی با اجرای استراتژی‌های نوآورانه به هدف مشترک توسعه پایدار منجر می‌شود.

توسعه کامپوزیت‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی پایدار برای کاربردهای سبک وزن از زیست‌توده زباله کشاورزی:

میزان ضایعات کشاورزی ایجاد شده می‌تواند به عنوان مواد خام ثانویه برای ایجاد محصولات با ارزش افزوده مورد استفاده قرار گیرند. بهره‌برداری از ضایعات کشاورزی طبیعی برای توسعه کامپوزیت‌های مبتنی بر پلیمرهای زیستی پایدار برای کاربردهای سبک حیاتی شده است. توسعه کامپوزیت‌های مبتنی بر پلیمرهای



شکل ۴: خودروهای بیوکامپوزیتی؛ (الف) خودروهای الکتریکی مفهومی توپوتا LQ با اجزای ساخته شده از کامپوزیت های زیستی مبتنی بر کناف و (ب) خودروی مفهومی Lotus ECO Elise که از پانل های بدنه پلی استر تقویت شده با فیبر کنفی تشکیل شده است.



فناوری‌های نوآورانه مبتنی بر عوامل زیستی برای بازیابی پلیمرهای زیستی

چندین تکنیک پیش‌تصفیه در بازیابی پلیمرهای زیستی موثر بوده‌اند و در سه دسته مختلف قرار می‌گیرند: روش‌های فیزیکی، شیمیایی و مبتنی بر غشاء. برخی از تکنیک‌های نوآورانه و پرکاربرد برای بازیابی پلیمرهای زیستی در اینجا مورد بحث قرار می‌گیرند. ۱- جذب، یک پدیده سطحی تجمع مولکول‌ها در سطح فاز مایع یا جامد است. جذب سطحی برای جداسازی با متمرکز کردن محصول مورد نظر بر روی سطح استفاده می‌شود. هنگامی که نیروهای جاذبه روی سطح نیروهای واندروالسی ضعیف باشند، جذب فیزیکی است.

۲- جداسازی کروماتوگرافی، شناسایی و تکنیک‌های خالص‌سازی برای جداسازی محصولات مبتنی بر عوامل زیستی موثر هستند. انواع مختلفی از تکنیک‌ها که نقش اساسی در بازیابی پلیمرهای زیستی دارند عبارتند از: کروماتوگرافی حذف اندازه، کروماتوگرافی تمایلی، کروماتوگرافی برهمکنش آگریز، کروماتوگرافی تبادل یونی و کروماتوگرافی جذب بستر گسترش‌یافته.

۳- جداسازی غشایی، از مؤثرترین روش‌ها برای جداسازی و بازیابی پروتئین‌ها، آنزیم‌ها، پلی ساکاریدها و مواد آلی ساده است. بسته به اندازه منافذ، غشاها به سه ماکروپور-رز، مزوپورها و ریز منافذ طبقه‌بندی می‌شوند.

۴- رسوب، به معنای حذف مواد جامد مخلوط محلول از محلول و تبدیل آن به شکل نامحلول است که می‌توان آن را با فلتراسیون و سانتریفیوژ جدا کرد. این استراتژی پیش‌تصفیه، بازیابی پلیمرهای زیستی را بهبود می‌بخشد.

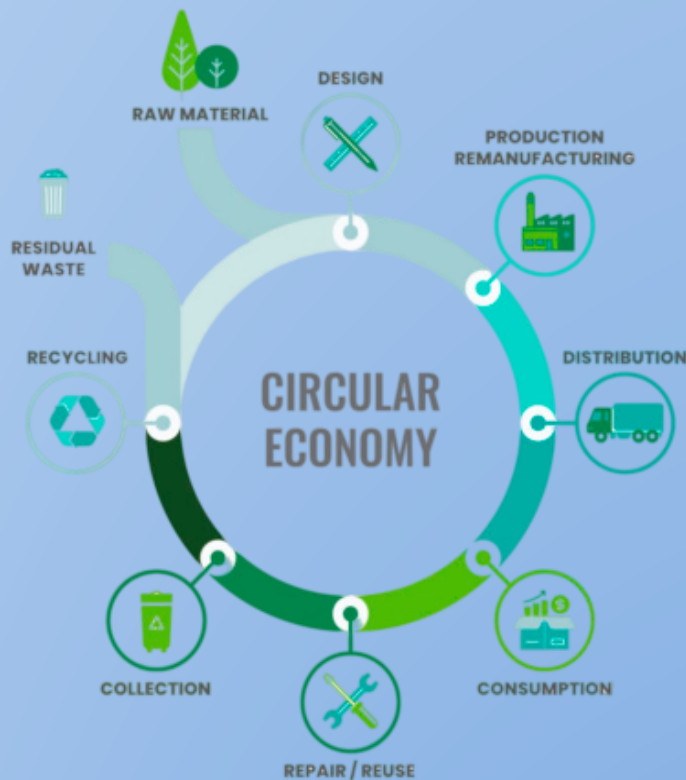
۵- استخراج با حلال، برای جدا کردن محصول مورد نظر از مخلوط حلال آن به کار می‌رود. این یک روش کاملاً تثبیت‌شده برای بازیابی و جداسازی یون‌های فلزی و ترکیبات آلی از محلول‌های آبی است. مزایای استخراج با حلال در انتخاب‌پذیری، پایداری و مناسب بودن است.

اهمیت فناوری‌های زیستی: چشم‌انداز اقتصادی دایره‌ای

به طور کلی، اقتصاد خطی منجر به زوال محیط زیست در فرآیند تولید منابع طبیعی به زباله با برداشت ناپایدار می‌شود. اقتصاد دایره‌ای با استخراج منابع خود از طبیعت زنده عمل می‌کند و فعالیت یک سیستم را به عنوان یک کل نشان می‌دهد که به طور پیوسته از نظر استحکام بازسازی می‌شود. بیوپلیمرهای طبیعی حاصل از زیست‌توده ضایعات، از بسیاری جهات کلیده‌ای اقتصاد دایره‌ای و رشد پایدارتر را داشته و محصولات ساخته‌شده آن‌ها به نوبه خود رفاه اقتصادی را در سطح جهانی افزایش می‌دهد.

صبا شاگر

برای دسترسی به منابع بارکد زیر را اسکن کنید.



شکل ۵: مفهوم توسعه پایدار



پیشرفت های اخیر در سنتز بیوپلیمر و کاربرد آن ها در زیست پزشکی

بیوپلیمرها (زیست بسپارها) دسته ای از درشت مولکول های پلیمری هستند که از منابع طبیعی استخراج می شوند. پلی ساکاریدها، پلی نوکلئوتیدها (DNA و RNA) و پلی پتیدها نمونه های مهمی از زیست بسپارها هستند. با توجه به محدود بودن منابع

نفی، پلیمرهای متداول امروزی که از نفت خام مشتق شده اند باید به تدریج با آن هایی که از منابع تجدیدپذیر به دست می آیند، جایگزین شوند. زیست بسپار از نظر بیوشیمیدان ها عبارت است از ماکرومولکول های بیولوژیکی که از تعداد زیادی مونومر کوچک و شبیه به هم با اتصال کووالانسی به یکدیگر متصل شده و یک زنجیر بلند را ایجاد می کنند. بیوپلیمرهای مصنوعی، نمونه های مشابه ساخته شده توسط انسان از پلیمرهای زیستی هستند که از طریق مسیرهای شیمیایی غیر زنده به دست می آیند.

مواد زیستی به عنوان مواد، سطوح یا سازه هایی تعریف می شوند که با سیستم های بیولوژیکی تعامل دارند. مطالعه بیومواد سابقه ای در حدود چند دهه داشته و نقش مهمی در سلامت انسان دارد. این مواد را می توان از انواع ترکیبات شیمیایی تولید کرد. با این حال، بیوپلیمرها همواره اصلی ترین و پرکاربردترین نوع بیومواد بوده اند. با توجه به خواص تخریب شوندگی آن ها، پلیمرهای زیستی را می توان بیشتر به بیوپلیمرهای زیست تخریب پذیر و تخریب ناپذیر طبقه بندی کرد. پلیمرهای زیستی عمدتاً برای اهدافی مانند جایگزینی استخوان یا مواد دندانانی که به پایداری طولانی مدت در بدن نیاز داشتند، توسعه یافتند. در سال های اخیر، پیشرفت ها در مهندسی بافت، تحویل کنترل شده دارو و همچنین کاربردهای غیرپزشکی، نیاز به مواد زیستی با ویژگی ها و نرخ های تخریب قابل پیش بینی و تنظیم شده افزایش پیدا کرده است.

در ادامه وضعیت، نحوه تولید، کاربرد و پیشرفت های اخیر برخی بیوپلیمرهای مصنوعی در زمینه پزشکی مورد بررسی قرار می گیرد. برای این منظور، ابتدا به طور مختصر به زمینه هایی که قرار است این پلیمرها در آن به کار روند، اشاره می شود. جدول ۱ به نمونه هایی از پلیمرهای زیستی و کاربرد پزشکی آن ها اشاره می کند.

کاربرد بیوپلیمرهای مصنوعی در زمینه زیست پزشکی

۱. رهاسازی و تحویل کنترل شده دارو

بیوپلیمرها به طور ایده آل برای این منظور مناسب هستند، زیرا هم تحویل هدفمند دارو را انجام می دهند (یعنی دارو فقط در ناحیه هدف بدن مانند بافت های سرطانی فعال خواهد بود) و هم رهایش پایدار (یعنی فرمولاسیون هایی که دارو در طی یک دوره زمانی به شیوه ای کنترل شده از یک فرمول آزاد می شود) دارند. بنابراین، بیوپلیمرهای مصنوعی که عمدتاً به شکل میکروکره های زیست تخریب پذیر یافت می شوند، قادر هستند با بارگیری دارو به عنوان ترکیبات پلیمری - دارویی استفاده شوند. در نتیجه طی تجزیه پلیمرهای زیست تخریب پذیر، دارو آزاد می شود. در کنار موارد فوق باید اضافه کرد که پلیمرهای زیست تخریب پذیر می توانند از عوارض جانبی بسیاری از داروها نیز جلوگیری کنند.

۲. تحویل ژن

بسیاری از بیماری های انسانی به صورت ژنتیکی رمزگذاری شده اند. ژن درمانی می تواند راهی برای درمان آن باشد. با افزودن یک نسخه اصلاح شده از یک ژن معیوب به سلول،

ژن درمانی به بافت ها و اندام های بیمار کمک می کند تا به درستی کار کنند. برای وارد کردن ژن به سلول، یک ناقل (معمولاً یک ویروس) برای رساندن ژن به سلول هایی که به آن نیاز دارند، لازم است. این کار را می توان در بدن بیمار به دو روش انجام داد یک مسیر دارورسانی درون تنی است، یعنی تزریق مستقیم ناقل به بیمار، با هدف قرار دادن سلول های آسیب دیده، و مسیر دیگر دارورسانی برون تنی، با تحویل ژن به سلول هایی که از بدن خارج شده و در حال رشد هستند. پس از معرفی ژن و تأیید یکپارچگی و تولید محصول بیانی صحیح، سلول ها دوباره به بیمار منتقل می شوند. روش دوم در حال حاضر ترجیح داده می شود زیرا احتمال کمتری برای ایجاد پاسخ ایمنی دارد.

بیوپلیمرهای مصنوعی اخیراً به عنوان جایگزین امن تری برای ناقل های ویروسی برای انتقال ژن پیشنهاد شده اند. در این راستا، یک حامل ژن ایده آل باید بتواند ژن مورد نظر را با کارایی بالا به سلول های خاص برساند، زیست تخریب پذیر باشد و پس از یک دوره زمانی معین از بدن دفع شود. به همین دلیل، بیوپلیمرهای مصنوعی به طور فزاینده ای در این زمینه استفاده می شوند.

۳. تجهیزات پزشکی

پلیمرهای زیست تخریب پذیر مصنوعی توجه بسیاری را برای طراحی و عملکرد دستگاه های پزشکی به خود جلب کرده اند. الزامات عمومی مواد مورد استفاده برای تجهیزات پزشکی شامل خواص مکانیکی مناسب و زمان تخریب طولانی است که دوام وسیله را برای به کارگیری فراهم می کند.

به عنوان مثال بسیاری از وسایل پزشکی یکبار مصرف، مانند سرنگ، لوله های تزریق، دستکش های جراحی، پدها و غیره معمولاً از پلاستیک های تجزیه ناپذیر ساخته می شوند که منجر به مشکلات زیست محیطی و اقتصادی جدی می شود. بنابراین، علاقه فزاینده ای به ساخت آن ها از مواد زیست تخریب پذیر وجود دارد. همچنین جهت داشتن خواص ویژه مانند خواص مکانیکی و استحکام بهتر است که از بیوپلیمرهای سنتزی استفاده شود.

سنتز بیوپلیمرها

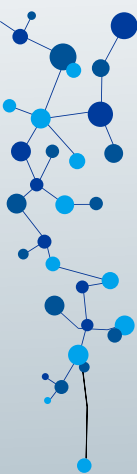
بیوپلیمرها معمولاً در موجودات زنده مانند گیاهان، حیوانات، میکروب ها و سایر منابع طبیعی یافت می شوند که آن ها را بر اساس منشأ خود به دو گروه طبیعی و مصنوعی طبقه بندی می کنند (شکل ۲) [۳]. زیست پلیمرها را می توان از طریق بیوسنتز که توسط یک سلول زنده یا میکروارگانیسم انجام می گیرد و یا سنتز شیمیایی به دست آورد. پلی ساکاریدها و پروتئین ها بیوپلیمرهای طبیعی حاصله از روش بیوسنتز هستند، در حالی که پلی استرهای آلیفاتیک و پلی فسفواستر بیوپلیمرهای مصنوعی حاصل شده از روش سنتز شیمیایی هستند. نوع دوم به دلایلی مانند خطر کمتر برای بدن و راحتی در ایجاد اصلاحات شیمیایی دلخواه به جایگزین مناسبی برای زیست پلیمرهای طبیعی برای کاربردهای زیست پزشکی تبدیل شده است. با طراحی مناسب، انواع مختلفی از خواص را می توان از زیست پلیمرهای مصنوعی به دست آورد.

بیوپلیمرهای مصنوعی

۱. روش های سنتز بیوپلیمرها

بیوپلیمرهای مصنوعی بیوپلیمرهایی هستند که به طور مصنوعی توسط یک فرآیند شیمیایی زیستی اصلاح شده اند. سنتز





پلیمرهای زیستی با روش اسپارش تراکمی روشی کم هزینه و انعطاف پذیر برای ایجاد و اصلاح بیوپلیمرها محسوب می شود.

۳. هیدرولیز یا آبکافت بیوپلیمرها

هیدرولیز یا آبکافت واکنش جدا شدن پیوندهای شیمیایی به واسطه افزودن آب است که در طی آن یک یا چند مولکول آب به یون های هیدروژن و هیدروکسیل شکسته می شود. این واکنش در محیط آبی منجر به یونیزاسیون ماده می شود. ترکیب شدن یک نمک با آب و تولید اسید و باز را هیدرولیز یا آبکافت گویند و به معنی تجزیه به وسیله آب است.

چالش های مطرح شده و جمع بندی

در حال حاضر بیشتر بیوسپارهای موجود به طور کامل پاسخگوی نیازهای روبه رشد این عرصه نبوده است، زیرا عملکردهای سلولی بدن نتیجه تعاملات بسیار متنوع بین سلول ها و مواد زیستی است. با افزایش پیچیدگی این تعاملات، اهداف مهندسی زیست پزشکی نیز تغییر می کند. پیشرفت های اخیر در زمینه سنتز زیست-سپارها نشان می دهد که ترکیب دو بیوپلیمر، طبیعی و مصنوعی، و ایجاد ساختار هیبرید می توانند طیف گسترده ای از خواص فیزیکی - شیمیایی و همچنین زیست سازگاری را برای پلیمرهای طبیعی ارائه دهد.

علی طاهری استاد

برای دسترسی به منابع بارکد زیر را اسکن کنید.



جدول ۱: برخی از پلیمرهای زیستی به همراه کاربرد آن ها در پزشکی.

کاربرد پزشکی	بیوپلیمر
Surface coating for tissue culture plates simple gels for cell culture	Collagen
Cornea tissue engineering, skin regeneration	Keratin
Bone and cartilage regeneration, spinal cord injury treatment	Starch
Bone internal fixation device, resorbable sutures, bone tissue engineering, artificial vessel	PLA, PGA, PGLA copolymers
bone and cartilage repair, surgical sutures bone regeneration	PCL

PLA = Poly(lactic acid); PGA = poly(glycolic acid); PGLA = poly(lactic-co-glycolide);
PCL = Poly(ϵ -caprolactone)

پلیمرهای زیستی ممکن است با استفاده از روش ها و تکنیک های مختلفی انجام شود. در ادامه برخی از تکنیک های معمول سنتز و تولید پلیمرهای زیستی برای ایجاد ویژگی های ساختاری و مکانیکی دلخواه در بیوپلیمرها فهرست شده است.

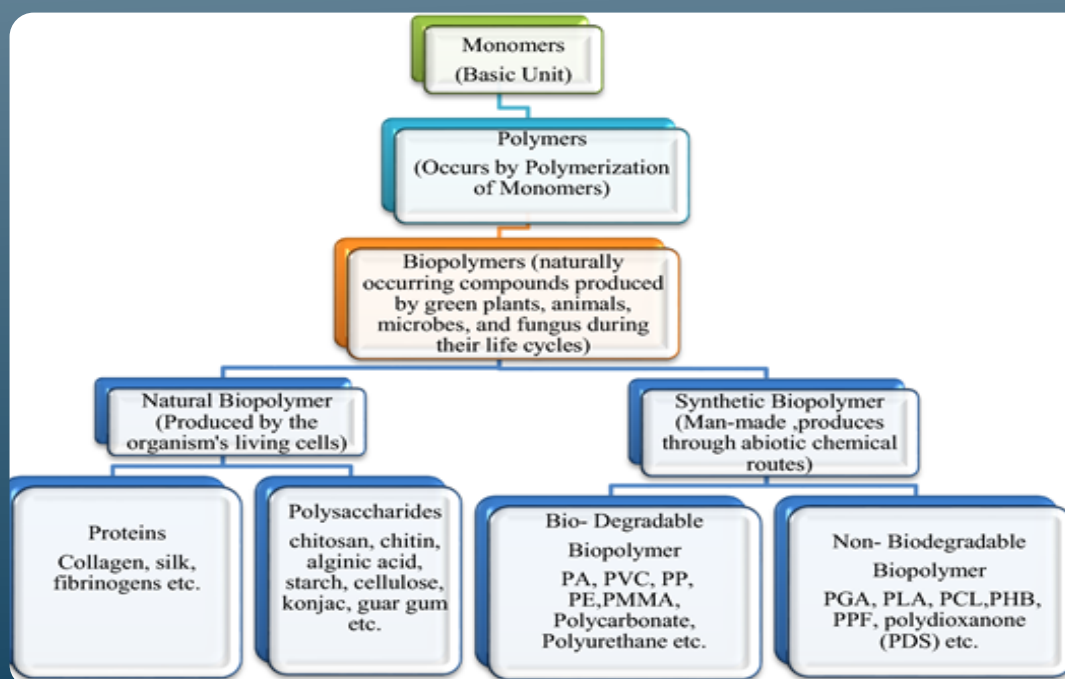
- « استری کردن پلیمرهای زیستی
- « اسپارش تراکمی بیوپلیمرها
- « آب زدایی از سایر بیوپلیمرها
- « هیدرولیز یا آبکافت بیوپلیمرها
- « گرانول سازی پلیمرهای زیستی و غیره

۱. استری کردن پلیمرهای زیستی

استری کردن یک فرآیند شیمیایی است که در طول سنتز رخ می دهد. استریفیکاسیون واکنش شیمیایی است که از ترکیب الکل (ROH) با اسید آلی (RCOOH) یک استر (RCOOR) و آب تولید می کند. از طریق یک واکنش استریفیکاسیون بین یک اسید کربوکسیلیک و یک الکل، این واکنش شیمیایی حداقل یک محصول استری تولید می کند.

۲. اسپارش تراکمی بیوپلیمرها

اسپارش تراکمی، فرآیند ترکیب مونومرهای مختلف برای تولید پلیمر است. این فرآیند اغلب با تولید محصولات فرعی با کوچک مولکول مانند آب، الکل و نمک همراه است. سنتز



شکل ۱: طبقه بندی بیوپلیمرها.



این مقاله چسب استومی و ویژگی‌های آن را بررسی کرده و به صورت مختصر به بیان اطلاعاتی در زمینه بیماری استومی و فیزیولوژی پوست و تاثیر آن بر چسب مورد استفاده، پرداخته است. همچنین ترکیب رایج مورد استفاده برای ساخت این چسب بررسی

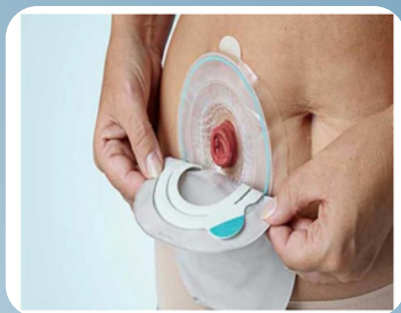
شده و در انتها به بررسی چسب هیدروژلی معرفی شده از طرف دانشگاه MIT پرداخته می‌شود که عملکرد بهینه و خواص فیزیکی مکانیکی برتری نسبت به انواع دیگر این چسب‌ها در بازار دارا است. این تحول برای بیماران استومی حائز اهمیت بوده چرا که بیشتر زندگی خود با این بیماری درگیر هستند.

طرح موضوع و بررسی بیماری استومی

بیماری استومی جزو جراحی‌های گوارشی و دفعی محسوب می‌شود که ضایعات را به خارج از شکم هدایت می‌کند. بیماری استومی در اثر بیماری‌هایی که سیستم دفع را مختل می‌کنند به وجود می‌آید؛ مانند سرطان روده و التهاب روده. استوما در اثر انجام عمل جراحی از طریق دیوار شکم و از مثانه، ایلئوم یا کولون ایجاد می‌شود. قابل ذکر است که استومی به دو نوع ایجاد می‌شود: ایلئوستومی (اتصال بخشی انتهای روده کوچک بنام ایلئوم به پوست شکم) و کلوستومی (اتصال بخشی از روده بزرگ به پوست شکم). استومی می‌تواند دائمی یا موقت باشد. برای جمع‌آوری پساب از کیسه‌ای به نام کیسه استومی کمک گرفته می‌شود که محل ذخیره این ضایعات است. در روش‌های امروزی از چسب‌هایی با طول عمر ۲۴ ساعت برای اتصال کیسه به محل استوما استفاده می‌شود. هرچند لازم به ذکر است که این چسب‌ها یا نسبتاً ضعیف هستند و یا به دلیل خواص فیزیکی مکانیکی ضعیف با حرکت بدن سبب نشستی شده که مشکلاتی از جمله درماتیت و عفونت‌های تحریک‌کننده پوست را به وجود می‌آورد. کیسه‌های استومی دارای دو محدودیت اصلی هستند: ۱) face plate هایی که به دلیل سختی بیش از اندازه و انعطاف‌پذیری کم، در ناحیه تماس اطراف استوما عملکرد مطلوبی ندارند و آن را کامل پوشش نمی‌دهند. ۲) چسبندگی ضعیف که باعث کاهش طول عمر کیسه می‌شود. لازم به ذکر است که در حال حاضر با استفاده از چسب‌ها و خمیرهای متفاوتی که مانند درزگیر عمل می‌کنند، این محدودیت‌ها را تا حدودی برطرف کرده‌اند اما باعث حل مشکل نشستی نشده‌اند. متأسفانه ۳۴ درصد بیماران استومی به طور مداوم از حساسیت و التهاب پوست در نتیجه این نشستی رنج می‌برند. کیسه‌های استومی رایج در بازار از دو بخش لایه چسب و لایه نازک فیلم پلیمری تشکیل شده اند. لایه چسب از ترکیب Pectin، PIB، ژلاتین و CMC است و فیلم پلیمری نازک از پلی‌اتیلن تشکیل شده است.

همانطور که گفته شد اخیراً دانشگاه MIT چسب هیدروژلی استومی (HOA) را معرفی کرده است که از شبکه دوگانه تشکیل شده است؛ شبکه سخت هیدروژلی بر پایه پلی‌اکریل‌آمید و آلزینات سدیم که با محلول پلیمری کیتوسان که سبب ایجاد چسبندگی توپولوژیکی می‌شود، تقویت شده است. چسبندگی HOA را بر روی پوست خوک به صورت ex vivo و پوست انسان به صورت in vivo، آزمایش کرده است و با چسب‌های موجود در بازار مقایسه کرده است. HOA شامل یک حلقه هیدروژلی سخت پلی‌اکریل‌آمید-آلزینات است که اجازه چسبندگی بالا در عین قدرت جذب آب بالا را می‌دهد. این چسبندگی باید

در برابر وزن کیسه و ضایعات و همچنین حرکت‌های پوست بیمار مقاوم باشد. علاوه بر این باید چسبندگی بین لایه‌ای خوبی را هم تامین کند. ایجاد چسبندگی و مقاومت کششی مناسب در اثر شبکه محلول پلیمری کیتوسان است که در اثر پخش زنجیرهای این بیوپلیمر، چسبندگی توپولوژیکی به وجود می‌آید. علت انتخاب فرم هیدروژلی، اطمینان و زیست‌سازگاری بالا این نوع از مواد در زمینه پزشکی است. خواص مکانیکی نزدیک به بافت در تماس و ظرفیت آب بالا هم از دیگر دلایل انتخاب این روش است. در حالی که هیدروژل‌های قبلی استفاده شده در اکثر چسب‌های استومی تولیدی مانند ژلاتین و agar خواص ضعیف‌تری از خود نشان می‌دهند. برای شناخت بهتر چسب مورد استفاده مربوط به این بیماری باید با نحوه کارکردن بیماران با این کیسه آشنا بود چرا که خواص فیزیکی مکانیکی این چسب وابسته به شناخت کافی از عملکرد کیسه استومی است. این کیسه به صورت یک تکه و دو تکه در بازار موجود است. افراد در صورت پر شدن کیسه استومی می‌توانند مواد داخل آن را خالی کنند. برخی از این کیسه‌ها را باید هر روز و برخی را هر چهار تا هفت روز خالی کرد. این کیسه‌ها شامل محفظه، حلقه (پایه) و چسب هستند. محفظه همان کیسه استومی است که حساسیتی برای پوست ایجاد نمی‌کند. حلقه نوعی رابط بین استوما و محفظه است که سایز آن‌ها باید با یکدیگر هم‌خوانی داشته باشند. برخی از حلقه‌ها دارای چسب هستند و به پوست می‌چسبند، اما برخی را باید با استفاده از چسب جداگانه به پوست چسباند.



شکل ۱: ایلئوستومی.

حال به فیزیولوژی پوست پرداخته می‌شود؛ چرا که چسبندگی روی این سطح رخ می‌دهد. این چسب می‌تواند عملکرد متفاوتی روی پوست‌های مختلف داشته باشد که علت آن می‌تواند متفاوت بودن پوست این افراد و محل قرار گیری زخم و یا شکل ناحیه شکمی باشد. در ادامه ویژگی‌هایی مربوط به پوست که سبب این تفاوت می‌شود بررسی شده است. ۱) سن: افزایش سن سبب نازک شدن پوست می‌شود و البته داروهایی که افراد مسن مصرف می‌کنند بی‌تاثیر نیست و باعث بالا رفتن احتمال پارگی هنگام برداشتن چسب است، زیرا افراد مسن سرعت ترمیم شدن پوستشان خیلی کم است پس چسب بهتر می‌چسبد اما بدتر جدا می‌شود. ۲) تعریق: عرق شامل موادی است که سبب اسیدی شدن پوست می‌شود و همچنین این میزان در مرد و زن و در سن‌های مختلف تفاوت دارد. البته این بستگی به نسبت جرم بدن به سطح آن است. برای مثال زنان و کودکان کمتر از افراد بالغ دارای تعریق هستند. همچنین اگر فرد بیماری روحی مانند استرس داشته باشد بی‌تاثیر نیست. ۳) میزان اسیدی بودن طبیعی پوست: پوست عرق و چربی تولید می‌کند که سبب سلامت پوست و حفظ اسیدی بودن آن در عدد $\text{pH} = 5/5$ می‌شود.





انعطاف پذیری چسب هم بی تاثیر نیستند. پلیمر هیدروفوبیک همچنین می تواند به عنوان یک دیوار سلولی اطراف هسته که همان پلیمر هیدروفوبیک است، در نظر گرفته شود. در این مقاله، چسب از دیدگاه دیگری نیز مورد بررسی قرار گرفته است. تعادلی بین ویژگی الاستیک چسب که سبب چسبندگی آن شده و رفتار پلاستیک چسب که سبب روان بودن آن شده است. به این تعادل و نظم، ماتریس پلیمری می گویند. خاصیت الاستیک چسب تاثیر مستقیم بر چسبندگی آن دارد و برای مثال از SIS (استایرن ایزوپرن استایرن)، پلیمرهایی با وزن مولکولی بالا مانند ایزوبوتیلن ایزوپرن و یا BR (بوتیل رابر) به عنوان ماده الاستیک در ساخت چسب استفاده می کنند. برای افزایش خاصیت پلاستیسیته چسب از وزن مولکولی کم پلیمر PIB (پلی ایزوبوتیلن) که سنتزی از صنعت روغن است، استفاده می شود. این پلیمر درجه زیادی از روان بودن را نشان می دهد به این صورت که اگر در محفظه ای باشد در نهایت شکل آن را می گیرد که دقیقاً ویژگی مورد نیاز برای چسب است تا با سطح پوست یکدست شود و با پوست بیشترین تماس و در عین حال کمترین احتمال نشستی را داشته باشد. از مواد دیگر مورد استفاده در ساخت چسب های استومی می توان رزین ها و پرکننده ها را نام برد که معمولاً برای افزایش سرعت چسبندگی و افزایش انعطاف پذیری چسب استفاده می شود. برای افزایش چسبندگی از رزین های سنتزی استفاده می شود تا چسبندگی سریع محصول را افزایش دهند. آن ها وزن مولکولی کمی دارند که در دمای اتاق به راحتی جریان می یابند و با ایجاد فشار کمی به پوست می چسبند. رزین های طبیعی مثل آن هایی که از درخت کاج تهیه می شوند باعث ایجاد آلرژی می شوند، در نتیجه کمتر در چسب های استومی مورد استفاده قرار می گیرند. رزین های سنتزی در چسب هایی کاربرد دارند که درصد زیادی پلیمر الاستیک دارند؛ زیرا مدت زمانی صرف می شود تا جریان یابند. بنابراین از این رزین ها استفاده می شود تا چسبندگی در این حین حفظ شود. این مواد در صنعت آرایشی مورد استفاده قرار می گیرند؛ مثل برق لب و خط چشم و اسپری مو و ژل. نرم کننده ها روغن هایی هستند که چسبندگی را کنترل می کنند در حالی که انعطاف پذیری چسب را افزایش می دهند. در چسب هایی که پلیمر خاصیت الاستیک زیادی دارد استفاده شده و باعث کاهش الاستیسیته و نرم شدن پلیمر می شوند. همچنین سبب اتصال سریع تر و بهتر چسب به سطح پوست و افزایش راحتی برای بیمار هستند. به عنوان مثال پارافین. باتوجه به اطلاعات گفته شده، اولین چسب های استومی با توجه به یکی از پتنت های سال ۱۹۷۷، حاصل تعادلی بین میزان پلاستیسیته و میزان انسجام و چسبندگی است. این محصول به صورت مخلوط همگنی از چسب حساس به فشار، صمغ هیدروکلوئیدی، عامل منسجم کننده (به این ترکیب premix) است که روغن معدنی (mineral oil) در انتها به این ترکیب اضافه می شود. هدف تولید چسبی است که نه خیلی چسبنده باشد که قابل شکل گیری نباشد، بلکه باید میزان الاستیسیته کافی داشته باشد تا هنگام حرکت بدن و یا قرار گرفتن بر شکل های مختلف ناحیه شکم، ایجاد مشکل نکند. مواد استفاده شده باید در برابر ماده خروجی از استوما مقاوم باشند و ایجاد حساسیت نکنند. در ادامه به بررسی بیشتر این ترکیب پرداخته می شود.

یکی از ترکیبات اصلی این چسب که باعث چسبندگی خشک می شود، چسب PSA است، مانند رابر طبیعی، سیلیکون رابر،

حال ویژگی های یک چسب ایده آل برای بیماری استومی مورد بررسی قرار می گیرد. چسب به ماده ای گفته می شود که دو سطح را به هم بچسباند و فاصله آن ها را حفظ کند. چیزی که در مورد چسب مهم است، مساحت سطح بین که در تماس فیزیکی با دو سطح است و میزان ترشوندگی شیمیایی آن سطح با دو سطح دیگر هستند. در این کاربرد پزشکی هدف تولید چسبی حساس به فشار است به نحوی که با اعمال فشار اندکی بر آن به خوبی به پوست بچسبد و علاوه بر برطرف کردن نیازهای اولیه بیمار، باید باعث راحتی فرد در زندگی روزمره شود. بنابراین انتظار می رود که این ویژگی ها را داشته باشد: (۱) حساس به فشار (pressure sensitive adhesive, PSA)، (۲) مانند یک مانع عمل کند، (۳) رطوبت را جذب کند، (۴) به خوبی بچسبد و باعث نشستی نشود، (۵) به راحتی جدا شود به طوری که باعث ساییدگی نشود و یا از خود آثاری بر پوست به جا نگذارد، (۶) قابل شکل دهی باشد و (۷) باعث حساسیت پوستی نشود و میزان اسیدی بودن پوست را تغییر ندهد.



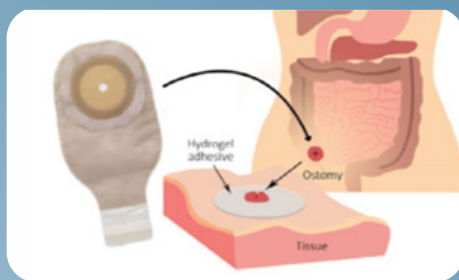
شکل ۲: کیسه استومی به همراه چسب.

برای بررسی کلی این چسب و ویژگی های آن به مقاله منتشر شده از شرکت Coloplast که در تولید انواع این چسب ها تبحر دارد اشاره می شود. بر طبق این مقاله چسب مورد نظر باید حاصل تعادلی از مواد هیدروفوبیک و هیدروفیلیک باشد. البته گفته شده که اولین نسل این چسب ها از زینک اکساید بوده است که فقط نیازهای اولیه بیمار را تامین می کرد و سپس در مرحله بعدی از هیدروکلوئیدها استفاده کردند که رطوبت را جذب می کند (صمغ کارایا) ولی چسبندگی خوبی ندارد. بنابراین در آخر این چسب ها سنتز شدند و یا به طور طبیعی شکل گرفتند. هیدروفیلیک ها مسئول ایجاد تعادل رطوبتی بر روی پوست هستند و البته این بر میزان مقاومتی که چسب در برابر فرسایش دارد، تاثیرگذار است. از هیدروکلوئیدها به عنوان مواد هیدروفیلی در چسب استفاده می شود، زیرا آن ها در برابر رطوبت متورم می شوند. این پدیده به این صورت اتفاق می افتد که ابتدا ذرات هیدروکلوئید در طول چسب پخش می شوند و وقتی آب را جذب می کنند، متورم شده و با هم تماس پیدا می کنند و این تماس اجازه می دهد که آب در طول چسب انتقال یابد و از پوست دور شود. بنابراین محیطی سالم و امن برای پوست ناحیه زخم ایجاد می شود. البته با جذب آب، احتمال فرسایش چسب بیشتر می شود و لازم به ذکر است که این سرعت تخریب، وابسته به نوع هیدروکلوئید انتخابی و همچنین نوع مواد خروجی از زخم است. بیشتر فرسایش چسب در همین ناحیه زخم ایجاد می شود چرا که با مواد خروجی بیشتر در تماس است. هیدروفوبیک ها یا آبرگیرها روی چسبندگی تاثیر زیادی دارند، البته بر جداسازی راحت چسب و مقاومت در برابر فرسایش و





دوم با نام EDC-NHS با استفاده از محلول اولیه کیتوزان، هیدروکلرید ۱-اتیل -۳-(۳-دی متیل آمینو پروپیل) کر بودی آمید (EDC) و آن هیدروکسی سوکسینیمید (NHS) تهیه می شود. هر دو چسب کیتوزان بین هیدروژل و پوست قرار داده می شوند. از آنجا که کیتوزان در محلول های اسیدی با pH کمتر از ۶/۵ حل می شود، هرچه pH هیدروژل بالاتر باشد، کیتوزان چسبندگی بهتری بین پوست و چسب ایجاد می کند. کیتوزان ارتباطات قوی و انعطاف پذیری در اتصال های توپولوژیکی ارائه می دهد که در برابر حرکت و فرسایش مکانیکی مقاوم می کند. ویژگی های کاتیونیک آن همچنین اثرات ضد باکتریایی را در برابر انواع میکروارگانیسم ها فراهم می کند، بهداشت و محافظت در برابر عفونت های کولوستومی را تضمین می کند.



شکل ۳: محل قرارگیری کیسه استوما.

برای جدا کردن چسب از پوست، یک محلول بوفر MES با $\text{pH} = 5/4$ کمی اسیدی به لبه اتصالی اعمال می شود که باعث حل شبکه پلیمری کیتوزان می شود. باید توجه داشت که این محلول بوفر ضعیف با $\text{pH} = 5/4$ به عنوان بی اثر به پوست در نظر گرفته می شود. در شکل زیر شبکه چسب بهتر توصیف شده است.

HOA (d) شامل هیدروژل دوگانه شبکه از پلی آکریلامید با پیوندهای کووالانست و شبکه های آلزینات با پیوندهای یونی است. (e) چسب های ostomy موجود در بازار بر اساس نیروهای میان مولکولی ضعیفی مانند نیروهای واندروالس برای ایجاد چسبندگی موقت به پوست می چسبند. (f) چسب براساس چسبندگی توپولوژیکی بین پوست و شبکه هیدروژل توسط پلیمرهای کیتوزان به پوست می چسبند. (g) فرآیند اعمال HOA براساس راهکار چسبندگی کیتوزان انجام می شود.



شکل ۴: تصاویر HOA روی پوست خوک برای آزمایش های درون مخزنی.

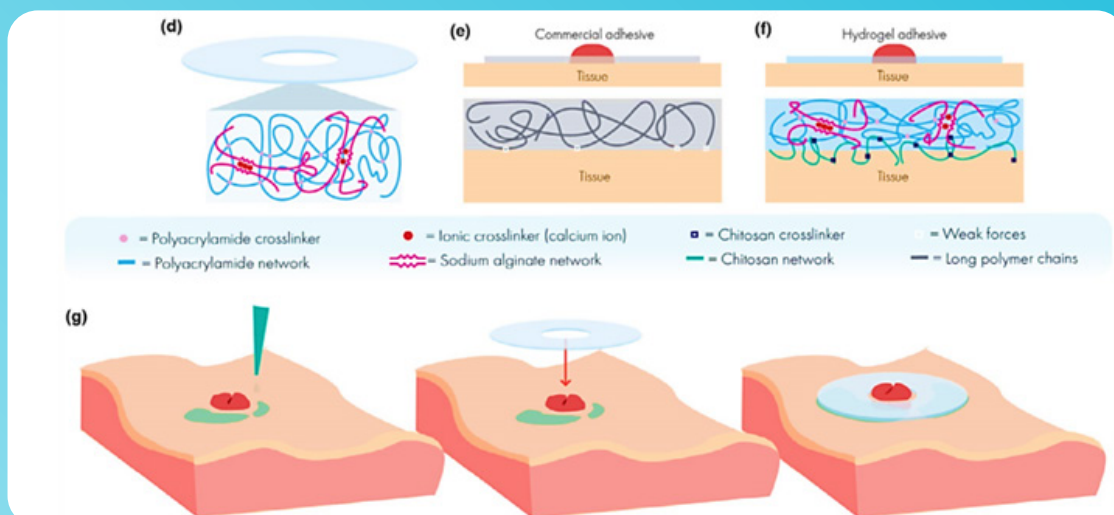
HOA مدول یانگ کمتر از ۱۰ KPa دارد تا با مدول پوست (۸۵ KPa) همخوانی داشته باشد و یک کنترل ضد آب انعطاف پذیر ارائه دهد. این نرمی مکانیکی HOA تماس هم سطح با پوست زیرین را نسبت به چسب های کیسه های ostomy موجود که سفت و غیرانعطافی هستند، تضمین می کند. تصویر (۵) نشان می دهد که مواد HOA می توانند تا ۱۱ برابر طول اولیه خود کشیده شوند. مدول یانگ محاسبه شده برای HOA برابر با ۱۲/۷ KPa است. به عنوان مقایسه، face plate های کیسه های

اکریلونیتریل رابر، پلی یورتان رابر، پلی ایزوبوتیلن ها. چسب پیشنهادی مقاله پلی ایزوبوتیلن با جرم مولکولی کم است. در ادامه، برای افزایش الاستیسیته و انعطاف پذیری چسب از پلیمرهای الاستیک مانند بوتیل رابر استفاده می کنند. ماده پیشنهادی برای این بخش، بوتیل رابر با جرم مولکولی بالا یا کوپلیمر ایزوبوتیلن با تعداد کمی ایزوپرن است. سپس برای کنترل رطوبت، از هیدروکلوئیدها استفاده می شود. البته فقط جذب آب مطرح نیست، بلکه ماده انتخابی باید مقدار زیادی آب و رطوبت را جذب کند و باعث ایجاد چسبندگی خیس شود و همچنین جذب آب زیادی نداشته باشد تا باعث تخریب زودتر چسب شود. در این مقاله از صمغ های طبیعی (مانند صمغ گوار) به عنوان ماده هیدروکلوئیدی استفاده شد. منسجم کننده ها هم نقش مهمی را ایفا می کنند؛ چرا که این ماده سبب کاهش تمایل ترکیب به تخریب و متلاشی شدن می شود و همچنین میزان جذب رطوبت توسط هیدروکلوئید را کنترل می کند و سرعت آن را کم می کند. بنابراین انسجام ماده بیشتر حفظ می شود. در این مقاله ماده پیشنهادی سلولز چوب بود. حال که ساختار اصلی چسب شکل گرفته است با اضافه کردن بعضی از افزودنی ها می توان خواص آن را بهبود داد. برای مثال می توان از آنتی اکسیدان ها (مانند هیدروکسیانیسول بوتیل شده) و یا خوش بو کننده ها استفاده کرد.

برای تهیه چسب، طبق مقاله باید از مواد به طریقی که در زیر گفته شده به مخلوط اضافه شود و در نهایت پارافین مایع را برای نرم تر شدن به مخلوط اضافه می کنند. این نکته را در نظر باید گرفت که برای میکس کردن این مواد به دلیل دارا بودن ویسکوزیته زیاد باید از میکسرهای مخصوص استفاده نمود؛ مانند kneader mixer. سپس کمی حرارت داده می شود تا مواد به خوبی ترکیب شوند. در روش هایی هم از اکسترودر عبور می دهند و سپس به مرحله سرد کردن وارد می شود. ابتدا بوتیل رابر و پلی ایزوبوتیلن را به میزان مورد نیاز باهم ترکیب کرده و سپس صمغ گوار و CMC را جدا باهم مخلوط می کنند. مخلوط دوم به تدریج به اولی اضافه می شود و سپس بعد از گذشت مدت زمان مشخصی، دوباره بوتیل رابر با جرم مولکولی متفاوت را به ترکیب در حال مخلوط شدن، اضافه می کنند. هم زدن را آنقدر ادامه می دهند تا ماده حالت ویسکوز و خمیری جامد را به خود بگیرد و سپس پارافین را اضافه می کنند. بعد از گذشت زمان مطلوب، محصولی چسبناک و زرد رنگ به وجود می آید که آماده شکل دهی و تست است.

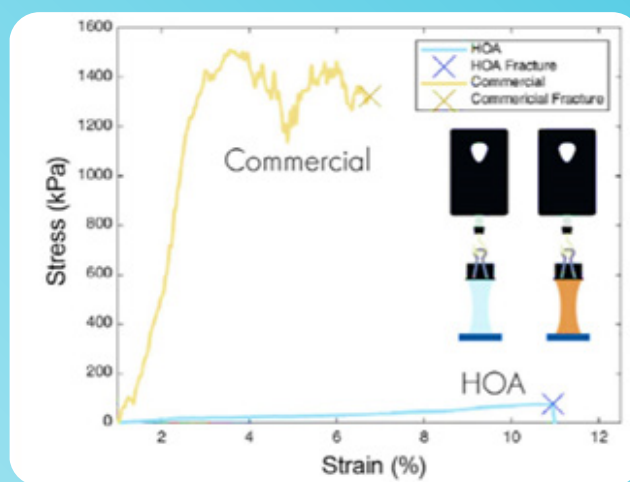
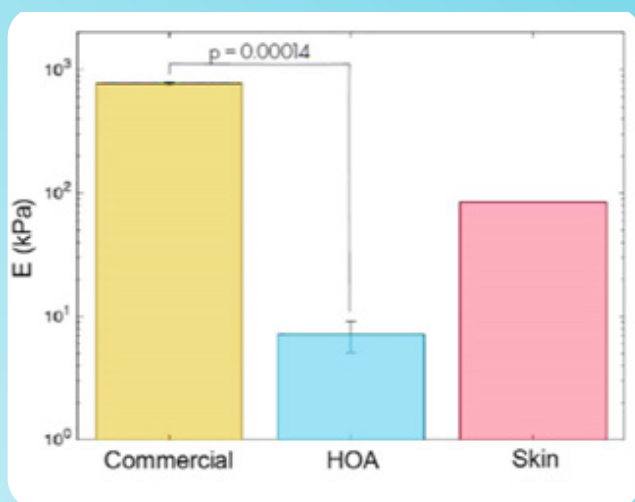
حال به چسب نوین هیدروژلی که دانشگاه MIT معرفی کرده است پرداخته می شود. در شکل (۳) محل قرارگیری کیسه و چسب نشان داده شده است. چسب با قطر خارجی ۸۵ میلی متر و قطر داخلی بسته به اندازه استوما بین ۲۵ تا ۳۵ میلی متر با ضخامت ۱ میلی متر بریده می شود. همان طور که گفته شد، HOA از دو شبکه تشکیل شده است: یک شبکه پلی آکرل آمید متشکل از اتصال دهنده تشکیل شده از نمک کووالانست (N,N-methylenebis (acrylamide)) و یک شبکه آلزینات متشکل از نمک کلسیم که به تشکیل یک هیدروژل دو شبکه ای انعطاف پذیر و مقاوم منجر می شود. برای چسبندگی دائمی، دو نوع چسب مبتنی بر کیتوزان توسعه داده شده است. چسب اول یک چسب بافت کیتوزان است که از کیتوزان و اسید ۲-(N-morpholino)ethane sulphonic (MES) با $\text{pH} = 5/4$ تشکیل شده و بر روی شکم اعمال می شود. چسب





شکل ۵: تصاویر HOA روی پوست

استومی موجود تجاری تنها می‌تواند حدود ۷/۷۵ برابر کشیده میشوند قبل از شکست، با مدول یانگ محاسبه شده برابر با ۴۵/۷۷۲ KPa. طبق این تحقیقات، یک ارزیابی مؤثر اولیه از چسبندگی HOA با استفاده از اعمال محلول چسبنده بافتی کیتوزان روی HOA و پوست شکم انسان به مدت ۲۴ ساعت انجام شد. در حالی که HOA تا حدی در لبه‌های خارجی به مرور زمان خشک می‌شود، اکثر HOA چسبندگی قوی به پوست را حفظ می‌کند. بعد از یک روز کامل (یعنی ۲۴ ساعت)، HOA همچنان به شکم چسبیده بود. با بررسی استحکام چسبندگی HOA روی پوست خارجی خوک مرده، معلوم شد که حلقه HOA استحکام چسبندگی کافی را فراهم می‌کند تا نیروهایی تا ۹/۴ نیوتن (۵۰۰ گرم وزن) را تحمل کند. لازم به ذکر است که این عدد بیشتر از جرم متوسط کیسه استومی معمولی (حدود ۱۲۸ گرم) است.



شکل ۶: مقایسه مدول.

شکل a) HOA همراه با چسبندگی بافتی کیتوزان روی ناحیه هیپوکندریت سمت راست و لومبار راست پوست شکم قرار گرفت. هر ۳ ساعت یک تصویر از HOA گرفته شد تا چسبندگی و استحکام مکانیکی HOA را نظارت کنند. پس انجام تست‌های مشابه برای چسب‌های تجاری، دارای مقاومت مکانیکی میان رابط کمی هستند (۵/۳۷ J/m^۲ برای پودر کارایا؛ ۳/۱۵ J/m^۲ برای Ostobond؛ ۶/۱۲ J/m^۲ برای Stomahesive) و مقاومت برش کمی (۲۸/۴ KPa برای پودر کارایا؛ ۱۸/۵ kPa برای Ostobond؛ ۴۰/۴ KPa برای Stomahesive) دارند. HOA که توسط چسب کیتوزان EDC-NHS چسبانده شده است، دارای مقاومت مکانیکی میان رابط بسیار بالاتر (۵/۵۸ J/m^۲) و مقاومت برش بالاتر (۸۲/۹ KPa) است.

این کار، چسبندگی هیدروژل استومی (HOA) را به عنوان یک راه‌حل نوظهور برای بیماران استومی معرفی می‌کند. HOA ویژگی‌های مکانیکی مشابه پوست انسان دارد و یک رابط نرم، سازگار با بدن و انعطاف‌پذیر ارائه می‌دهد که راحتی و مدت زمان مصرف را افزایش می‌دهد. آزمون‌های چسبندگی نشان می‌دهد که HOA، هنگام چسباندن با چسبندگی بافتی کیتوزان EDC/NHS، از چسبندگی‌های تجاری در توانایی مقابله با خسارت مکانیکی بالاتری برخوردار است. در آزمایش‌های مربوط به پوست انسان و خوک، HOA توانایی تحمل خود را اثبات می‌کند و تا ۲۴ ساعت به پوست چسبیده می‌ماند. این افزایش طول عمر کیسه‌های استومی می‌تواند باعث کاهش خطر نشت مواد شود.

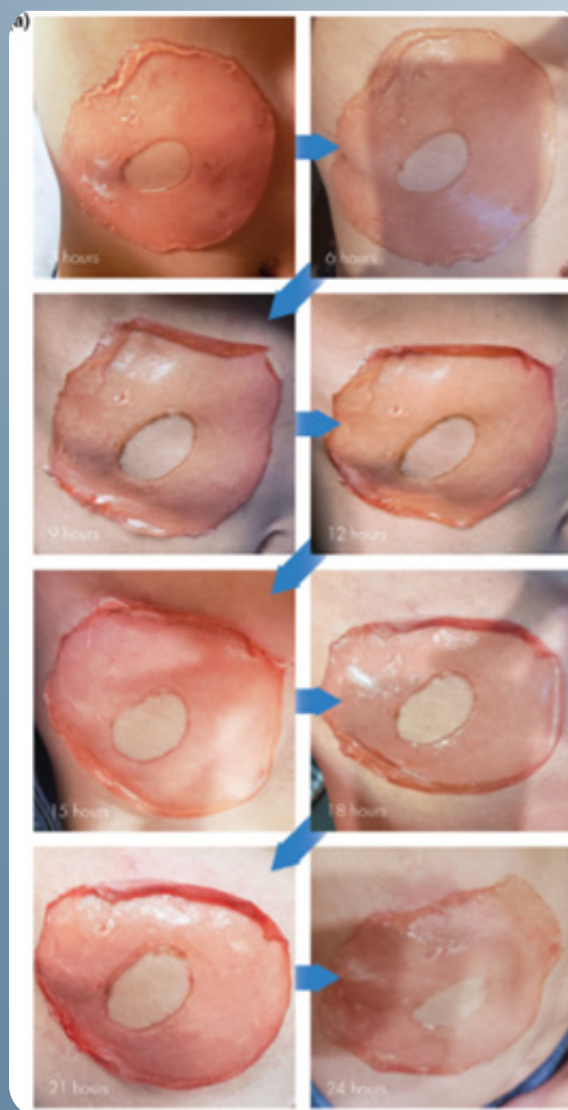
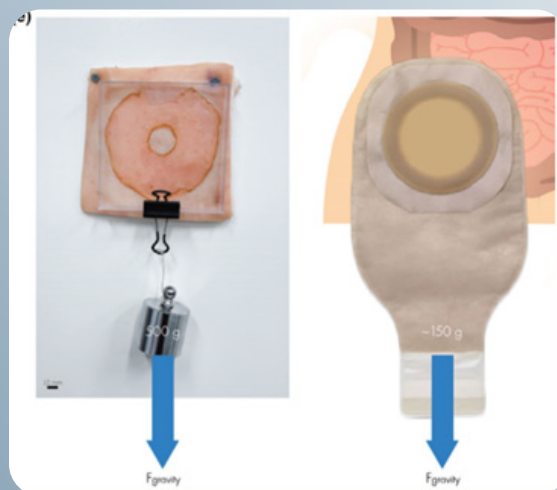


نتیجه گیری

HOA ترکیبی از انعطاف پذیری، دوام و چسبندگی قوی را ارائه می دهد و قابلیت نگه داری ۵/۰ کیلوگرم مواد استومی را در مدت زمان حداقل ۲۴ ساعت دارد. امکان بهبود HOA شامل انجام آزمایش های مدت زمان بلندتر و ادغام ویژگی هایی مانند مکانیسم های ضد خشک شدن می شود. علاوه بر این، می تواند برای تحویل دارو، سیستم های شناسایی نشستی و حتی جمع آوری اطلاعات در مورد عادات غذایی مورد استفاده قرار گیرد. به جز کیسه های استومی، چسبندگی هیدروژل متعلق به HOA ممکن است در تنوعی دیگر از دستگاه های پزشکی به عنوان یک وسیله چسبندگی قوی مورد استفاده قرار گیرد، تا اثر بخشی بیشتری در زمینه مراقبت های بهداشتی ارائه دهد.

سارا عرب پور

برای دسترسی به منابع بارکد زیر را اسکن کنید.



شکل ۷: HOA به پوست خوک متصل شد و یک پلاک پلاستیکی به HOA چسبیده شد تا وزن ۵۰۰ گرم (نیروی ۹/۴ نیوتن) متصل شود.



اخبار

مقدمه ای بر بیوپلیمرها

بیوپلیمر بازطراحی شده

تکنولوژی نوین چاپ سه بعدی برای چاپ بیو

پلیمرها در مقیاس نانو

پلیمر های زیست تخریب پذیر برای ابر خازن

بازدید دانشجویان دانشکده مهندسی شیمی از

هفدهمین نمایشگاه بین المللی ایران پلاست (غرفه

طب پلاستیک نوین)

گزارش طب پلاست

مقدمه‌ای بر بیوپلیمرها

بیوپلیمرها یک گروه از پلیمرهای طبیعی هستند که توسط ارگانیسم‌های زنده تولید می‌شوند. این‌ها مولکول‌های آلی هستند که از واحدهای تکراری به نام مونومرها تشکیل شده‌اند و توسط پیوندهای کووالانت به یکدیگر متصل می‌شوند. این پلیمرها نقش‌های حیاتی در

فرآیندهای زیست‌شناسی مختلف دارند و دامنه گسترده‌ای از کاربردها در طبیعت و صنعت دارند. در ادامه، مرور جامعی از بیوپلیمرها آورده شده است:

انواع بیوپلیمرها

بیوپلیمرها بر اساس ترکیب و عملکردهایشان به چندین نوع مختلف تقسیم می‌شوند:

(۱) پروتئین‌ها: پروتئین‌ها یکی از معروف‌ترین بیوپلیمرها هستند که از واحدهای آمینواسیدی تشکیل شده‌اند و توسط پیوندهای پپتیدی به یکدیگر متصل می‌شوند. آن‌ها وظایف مختلفی را در ارگانیسم‌های زنده انجام می‌دهند. از جمله آن‌ها می‌توان به آنزیم‌ها، اجزاء سازنده‌ای مثل کلاژن و آنتی‌بادی‌ها اشاره کرد.

(۲) اسیدهای نوکلئیک: اسیدهای نوکلئیکی مانند DNA (اسید دئوکسی‌ریبونوکلئیک) و RNA (اسید ریبونوکلئیک) مسئول ذخیره و انتقال اطلاعات ژنتیکی هستند. آن‌ها از مونومرهای نوکلئوتید تشکیل شده‌اند.

(۳) کربوهیدرات‌ها: کربوهیدرات‌ها شامل قندها و پلی‌ساکاریدها می‌شوند. قندهای تک‌ساکاریدی مانند گلوکز و فروکتوز قندهای ساده هستند، در حالی که کربوهیدرات‌های پیچیده به وسیله اتصال این مونومرها به یکدیگر تشکیل می‌شوند. مثال‌هایی از آنها شامل سلولز، نشاسته و گلیکوژن هستند.

(۴) چربی‌ها: چربی‌ها مولکول‌های متنوعی شامل چربی‌ها، روغن‌ها، فسفولیپیدها و استروئیدها هستند. اگرچه اغلب به عنوان پلیمرهای سنتزی سنتی محسوب نمی‌شوند، اما نقش‌هایی حیاتی در ذخیره‌سازی انرژی، غشاهای سلولی و ارتباطات سلولی ایفا می‌کنند.

(۵) پلی‌ساکاریدها: پلی‌ساکاریدها از واحدهای قندهای تکراری تشکیل

شده‌اند. آن‌ها به عنوان ذخیره انرژی (مانند گلیکوژن در حیوانات و نشاسته در گیاهان) و اجزاء سازنده (مانند سلولز در دیواره‌های سلولی گیاهان) خدمت می‌کنند.

(۶) پلیمرهای قابل تجزیه: برخی از پلیمرهای سنتزی مانند اسید پلی‌لاکتیک (PLA) می‌توانند از منابع قابل تجدید (مانند نشاسته ذرت) تولید شوند و به عنوان بیوپلیمرهای قابل تجزیه در نظر گرفته می‌شوند.

عملکردهای بیوپلیمرها

بیوپلیمرها در ارگانیسم‌های زنده وظایف متنوعی را دارند، این وظایف شامل:

- حمایت ساختاری: پروتئین‌های مانند کلاژن حمایت ساختاری به بافت‌ها ارائه می‌دهند، در حالی که سلولز و کیتین چارچوب ساختاری دیواره‌های سلولی گیاهان و پوست خارپشتارها را تشکیل می‌دهند.

- آنزیم‌ها: پروتئین‌ها به عنوان کاتالیزورهای بیولوژیکی عمل می‌کنند و فرآیندهای شیمیایی در سلول‌ها را تسریع می‌کنند.
- اطلاعات ژنتیکی: DNA و RNA اطلاعات ژنتیکی را در خود ذخیره و منتقل می‌کنند.

- ذخیره انرژی: کربوهیدرات‌هایی مانند گلیکوژن در حیوانات و نشاسته در گیاهان، انرژی را برای مصرف آتی ذخیره می‌کنند.

- ارتباط سلولی: چربی‌ها نقش‌هایی در ارتباطات سلولی ایفا می‌کنند و پروتئین‌ها مانند هورمون‌ها، فرآیندهای فیزیولوژیکی را تنظیم می‌کنند.

بیوپلیمرها در صنعت

بیوپلیمرها در صنایع مختلف کاربردهای بسیاری دارند:

- صنعت غذا: نشاسته، ژلاتین و پکتین به عنوان ضخیم‌کننده‌ها، عامل‌های ژل‌ساز و پایدارکننده‌ها در محصولات غذایی استفاده می‌شوند.

- پزشکی و داروسازی: بیوپلیمرها در سیستم‌های تحویل دارو، مهندسی بافت و دستکش‌های زخم‌زایی استفاده می‌شوند.

- بیوپلاستیک: پلیمرهایی مانند PLA و پلی‌هیدروکسی‌آلکانوات‌ها (PHAs) برای تولید پلاستیک‌های قابل تجزیه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

- کشاورزی: فیلم‌های مالچ زیست‌تخریب‌پذیر (Biodegradable Mulch Films) ساخته شده از بیوپلیمرها می‌توانند به بهبود رشد محصولات کمک کنند.

- کاربردهای محیطی: بیوپلیمرها در تصفیه آب، زیست‌پالایی و بهبود خاک استفاده می‌شوند.

بیوپلیمرها و پایداری محیطی

بیوپلیمرها اغلب به عنوان دوست‌دار محیط زیست نسبت به پلیمرهای سنتزی سنتی شناخته می‌شوند، زیرا می‌توانند از منابع قابل تجدید تولید شوند و در برخی موارد تجزیه‌پذیر باشند. با این حال، تولید آن‌ها نیازمند در نظر گرفتن دقیق استفاده از منابع و مدیریت پسماند است.

به طور خلاصه، بیوپلیمرها پلیمرهای طبیعی موجود در ارگانیسم‌های زنده هستند که وظایف و کاربردهای متنوعی در طبیعت و صنعت دارند. آن‌ها نقش‌های حیاتی در زیست‌شناسی ایفا می‌کنند و به ارائه راهکارهای موثر در مواجهه با چالش‌های محیط‌زیستی از طریق کاهش وابستگی ما به پلیمرهای سنتزی غیرتجزیه‌پذیر کمک می‌کنند.

حسام الدین اعتصامی



بیوپلیمر بازطراحی شده چالش پایداری حرارتی را حل می‌کند.



گام بعدی است.» روش‌های سنتز مونومر نیاز به بهبود دارند، چه از نظر تهیه هیدروکسی اسیدهای اصلی و چه مسیری که به بنزن سولفونیل کلرید نیاز دارد. اما این کار در صورت بهبود سنتز، پتانسیل تحول آفرینی دارد.

سنتزهای مونومر دقیقا همان چیزی است که قصد دارند در مرحله بعد روی آن تمرکز کنند، به این امید که مسیرهای بیولوژیکی و شیمیایی کارآمدتری برای خوراک توسعه داده شود. Chen می‌گوید: «هدف ما این است که کل فرآیند تولید PHA را مقرون به صرفه‌تر و رقابتی‌تر کنیم.»

محمدرضا مرتضی



شکل ۲

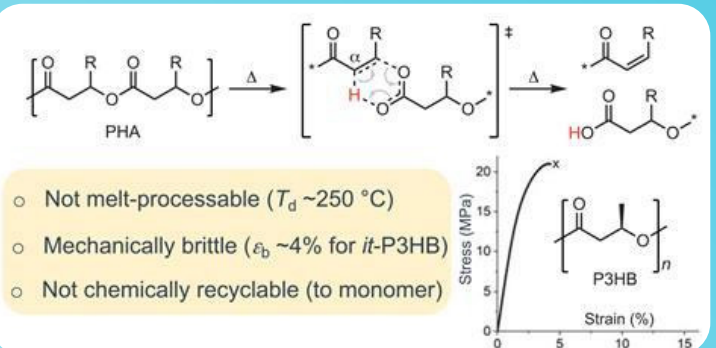
برای دسترسی به منابع بارکد زیر را اسکن کنید.



یک بازطراحی شیمیایی از یک پلی‌استر زیستی، آن را به یک پلیمر کاملاً باز یافت‌پذیر با پایداری حرارتی تبدیل می‌کند. این تغییرات ساختاری، موافقی را که قبلاً استفاده از پلی‌هیدروکسی‌آلکانوات‌ها (PHAs) به‌عنوان جایگزین‌های پلاستیک تجاری را محدود می‌کرد، برطرف می‌کند.

PHA ها دسته‌ای از پلی‌استرها هستند که به‌طور طبیعی توسط چندین باکتری تولید می‌شوند و موارد امیدوارکننده‌ای برای پلاستیک‌های پایدار هستند. Antoine Buchard، محقق پلیمرهای پایدار از University of Bath، بریتانیا توضیح می‌دهد: (وجود پیوندهای استری مزایای بیشتری را برای باز یافت شیمیایی نسبت به پلیمرهایی که بر اساس هیدروکربن‌ها ساخته شده‌اند، ارائه می‌دهد).

به دلیل خواص قابل تنظیم و زیست‌تخریب‌پذیری، PHA ها می‌توانند به حل مشکل زباله‌های پلاستیکی جهانی کمک کنند. با این حال، چالش‌های اساسی در تجاری‌سازی آن‌ها را محدود کرده است. دو اتم هیدروژن مجاور پیوند استری ناپایدار هستند و به راحتی در دماهای بالا از بین می‌روند. این ناپایداری حرارتی به‌ویژه در فرآیند ذوب، زمانی که پلاستیک‌ها شکل گرفته و قالب‌گیری می‌شوند، مشکل ساز است. اگرچه PHA ها زیست‌تخریب‌پذیر هستند، اما روش موثری برای بازیابی کامل واحدهای مونومر وجود ندارد، به این معنی که مواد خام شیمیایی ارزشمند به جای اینکه در محصولات جدید دوباره گنجانده شوند، در محیط زیست از بین می‌روند.



شکل ۱

یک تیم به رهبری Eugene Chen در Colorado State University، ایالات متحده، یک PHA اصلاح‌شده مصنوعی را توسعه داده است که هم پایداری حرارتی بالا و هم گردش شیمیایی کامل را نشان می‌دهد. او توضیح می‌دهد: «ما برای جایگزینی دو اتم هیدروژن ناپایدار در موقعیت α,α رویکرد بنیادی را اتخاذ کردیم تا از تجزیه در دمای بالا جلوگیری کنیم. این جایگزینی آلکیل، پایداری حرارتی را به شدت افزایش می‌دهد، بنابراین PHA های حاصل اکنون می‌توانند با ذوب‌کردن فرآوری شوند. آن‌ها همچنین از نظر مکانیکی انعطاف‌پذیر و سخت هستند، حتی از پلی‌اتیلن با چگالی بالا و پلی‌پروپیلن ایزوتاکتیک نیز پیشی می‌گیرند.

Michael Shaver، کارشناس مواد پایدار از University of Manchester، از این کار بسیار تحت تأثیر قرار گرفته است. او می‌گوید: «این یک گام اولیه هیجان‌انگیز است که درهای زیادی را باز می‌کند. افزایش مقیاس پلیمرها به مقادیر تجاری،

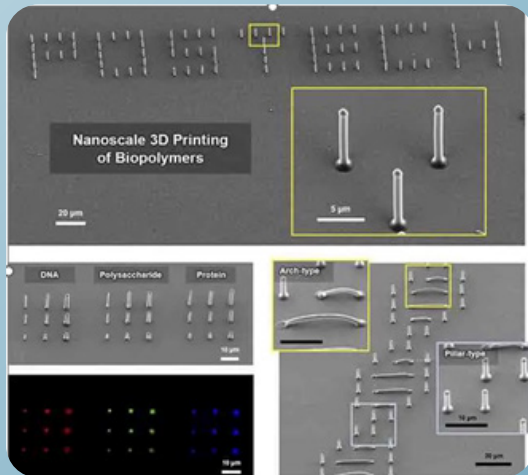


تکنولوژی نوین چاپ سه بعدی برای چاپ بیوپلیمرها در مقیاس نانو

نانولوله های کربنی را دارد.»

انتظار می رود که این کشف پیامدهای گسترده ای در توسعه موادی که قادر به تجزیه و تحلیل و شبیه سازی بافت های زیستی در مقیاس میکرو هستند باشد. هم چنین می توان از آن برای ایجاد سلول ها و بافت های مصنوعی استفاده کرد که می توانند در یک محیط بیولوژیکی عمل کنند. محققان قصد دارند از یافته های خود برای ایجاد روش های چاپ دستگاه شبیه سازی سلولی برای تشخیص بالینی و توسعه دارو استفاده کنند.

فائزه اسکندری



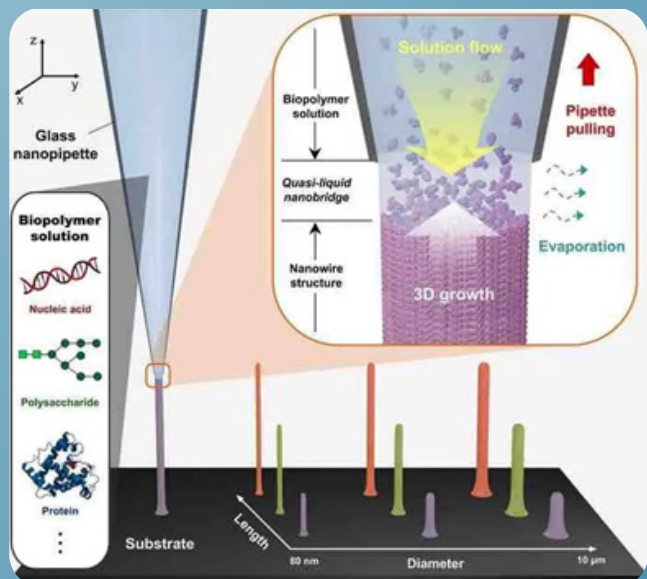
شکل ۲: الگوهای سه بعدی بیوپلیمرها در مقیاس نانو. تکنولوژی جدید چاپ امکان ترسیم دقیق الگوهای سه بعدی را با استفاده از بیوپلیمرهای مختلف مانند اسید نوکلئیک، پلی ساکاریدها و پروتئین ها به شکل نانوسیم های ستونی و قوسی شکل نشان می دهد

برای دسترسی به منابع بارکد زیر را اسکن کنید.



محققان POSTECH، تکنولوژی چاپ سه بعدی را برای بیوپلیمرها در ابعاد نانو توسعه دادند. محققان POSTECH از دپارتمان علوم و مهندسی مواد، تکنولوژی چاپ سه بعدی خوبی را توسعه داده اند

که در آن به طور مستقیم امکان چاپ بیوپلیمرها را در مقیاس نانو با استحکام مکانیکی کامل و عملکردی بی نقص فراهم می کند. یافته های آن ها در مجله Advanced Science منتشر شده است. با وجود پیشرفت های موجود در چاپ سه بعدی، بسیاری از بیوپلیمرها، مانند اسید نوکلئیک، پلی ساکاریدها و پروتئین ها، هنوز هم ساخت سه بعدی آن ها در مقیاس نانو به دلیل ویژگی های ساختاری آن ها دشوار است. با این حال، این تکنولوژی جدید می تواند مشکل چاپ بیوپلیمرها را در مقیاس نانو حل کند.



شکل ۱: چاپ سه بعدی بیوپلیمرهای (اسیدهای نوکلئیک، پلی ساکاریدها، پروتئین ها) با رزولوشنی در مقیاس نانو

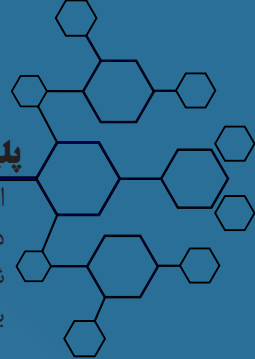
این تیم تحقیقاتی با تحت فشار قرار دادن، تبخیر و جامد کردن متوالی یک محلول حاوی بیوپلیمر، یک استراتژی چاپ سه بعدی جدیدی را ارائه کرده اند که ساختار و عملکرد مولکولی بیوپلیمرهای مختلف را حفظ می کند. این تکنیک، با صرف نظر از نوع بیوپلیمر، می تواند معماری های بیوپلیمری سه بعدی را با اندازه و هندسه ای دقیق در وضوح حتی کوچک تر از میکرون تولید کند.

پروفسور Seung Soo Oh، رهبر تیم POSTECH می گوید: «این تحقیق برای اولین بار امکان چاپ بیوپلیمرهای فعال را با شباهت ۱۰۰ درصد عملکردی و ساختاری، در ساختارهای سه بعدی فوق نازک را عملی می کند.»

این تکنیک چاپ سه بعدی می تواند در زمینه های مختلفی مورد استفاده قرار گیرد زیرا این فرآیند در محیطی با دمای اتاق و بدون وجود افزودنی ها، هیچ آسیب یا تغییر شکلی نسبت به بیوپلیمرها ایجاد نمی کند. براساس این اصل است که تبخیر و انجماد در محلول حاوی بیوپلیمر خالص، بدون توجه به نوع بیوپلیمر رخ می دهد.

همچنین پروفسور Emeritus Jung Ho Je می گوید: «این تکنولوژی پتانسیل گسترش چاپ مواد مختلف با خواص نوری و الکتریکی متنوع از جمله مواد پیچیده ای مانند ذرات کوانتومی و





پلیمرهای زیست تخریب پذیر برای ابرخازن ها

ابرخازن ها (Supercapacitors) دستگاه های ذخیره سازی انرژی هستند که می توانند به سرعت شارژ شوند و چگالی توان بالایی دارند که آن ها را به عنوان گزینه های امیدوارکننده ای برای کاربردهایی

مانند وسایل نقلیه الکتریکی و ذخیره ساز انرژی های تجدیدپذیر تبدیل می کنند. با این حال، در ساخت ابرخازن های معمولی اغلب از پلیمرهای تجزیه ناپذیر بیولوژیکی استفاده می شود که می تواند اثرات زیست محیطی منفی داشته باشد.

ابرخازن ها پتانسیل زیادی برای ادغام با لوازم الکترونیکی آینده نشان داده اند، اما سازگاری محیطی و ایمنی زیستی ناکافی آن ها، توسعه بیشتر را محدود می کند. در این راستا، استفاده از پلیمرهای زیست تخریب پذیر به عنوان یک راه حل ایده آل برای دفع آن ها از نظر محیط زیست در نظر گرفته می شود. پلیمرهای زیست تخریب پذیر با تجزیه پذیری رضایت بخش و زیست سازگاری عالی، نقش غیر قابل جایگزینی را در توسعه آتی ابرخازن ها نشان می دهند.

مواد پلیمری که معمولاً در ابرخازن ها استفاده می شوند، زیست تخریب پذیر نیستند و این می تواند اثرات نامطلوبی بر محیط زیست داشته باشد. اخیراً، یک گروه تحقیقاتی به سرپرستی پروفسور Zhong-Shuai Wu از مؤسسه فیزیک شیمی دالیان (DICP) آکادمی علوم چین (CAS) اهمیت پلیمرهای زیست تخریب پذیر را تأیید کردند که نقش کلیدی در ابرخازن های سبز آینده دارند. مقاله مروری آن ها در Advanced Functional Materials در ۸ فوریه ۲۰۲۳ گزارش شد.

پروفسور Zhong-Shuai Wu: «یک ابرخازن سبز به تجزیه پذیری خوب اجزای مختلف نیاز دارد تا بتوان آن را به طور ایمن در محیط های مختلف دفع کرد. برای برآورده سازی این الزامات، آماده سازی دستگاه باید به کاربرد پلیمرهای تجزیه پذیر و استراتژی های طراحی نوآورانه متکی باشد.»

تیم تحقیقاتی به طبقه بندی پلیمرهای زیست تخریب پذیر پرداخته و خواص طبیعی، ساختار و فرآیندهای آماده سازی آن ها و همچنین کاربردهای اولیه آن ها در اجزای مختلف ابرخازن ها، مانند الکترولیت ها، الکترودها، بسترها و مواد کپسوله سازی را تشریح کردند. آن ها روش های تهیه و اصلاح و همچنین نقش اصلی پلیمرهای زیست تخریب پذیر در فرآیند توسعه ابرخازن های سبز را مورد بحث قرار دادند.

در اینجا در مزایا استفاده از پلیمرهای زیست تخریب پذیر در ابرخازن ها آورده شده است:

« سازگار با محیط زیست: پلیمرهای زیست تخریب پذیر می توانند توسط میکروارگانیسم های موجود در محیط تجزیه شوند و این امکان آن ها را به عنوان پلیمرهای دوستدار محیط زیست برای اجزای ابرخازن تبدیل می کند.

« دفع آسان: ابرخازن های زیست تخریب پذیر را می توان در محل های دفن زباله ریخت که نیاز به تاسیسات تخصصی دفع زباله را کاهش می دهد.

« عملکرد بهبود یافته: پلیمرهای زیست تخریب پذیر را می توان برای ایجاد ابرخازن با عملکرد بهبود یافته، مانند چگالی انرژی بالاتر و عمر چرخه طولانی تر استفاده کرد.

در اینجا چند نمونه خاص از نحوه استفاده از پلیمرهای زیست تخریب پذیر در ابرخازن آورده شده است:

« الکترولیت ها: الکترولیت های زیست تخریب پذیر در حال توسعه هستند که بر اساس مواد طبیعی مانند کربوهیدرات ها و پروتئین ها ساخته شده اند. این الکترولیت ها نسبت به الکترولیت های سنتی سازگارتر با محیط زیست هستند و دفع آن ها راحت تر است.

« الکترودها: الکترودهای زیست تخریب پذیر با استفاده از موادی مانند نانولوله های کربنی و گرافن در حال توسعه هستند. این الکترودها عملکرد و پایداری بهتری نسبت به الکترودهای سنتی دارند.

« بسترها: بستری های زیست تخریب پذیر در حال توسعه هستند که می توانند برای محصور کردن ابرخازن ها استفاده شوند. این زیرلایه ها دفع ابرخازن ها را در پایان عمر آسان تر می کنند. علاوه بر این، آن ها به طور خلاصه چشم اندازهای آینده و چالش های پیش روی ابرخازن های مبتنی بر پلیمرهای تجزیه پذیر را پیشنهاد کردند.

پروفسور Zhong-Shuai Wu: «پلیمرهای زیست تخریب پذیر مواد اولیه ایده آل هستند و استراتژی های تحقیقاتی و روش های تهیه مناسب ابزارهای قدرتمندی برای تحقق دفع سازگار با محیط زیست ابرخازن ها هستند.»

به طور کلی، استفاده از پلیمرهای زیست تخریب پذیر در ابرخازن ها یک حوزه تحقیقاتی امیدوارکننده است. ابرخازن های زیست تخریب پذیر این پتانسیل را دارند که سازگارتر با محیط زیست باشند، دفع آن ها آسان تر باشد و عملکرد بهتری نسبت به ابرخازن های سنتی ارائه دهند.

جعفر رضائی

برای دسترسی به منابع بارکد زیر را اسکن کنید.



بازدید دانشجویان دانشکده مهندسی شیمی از هفدهمین نمایشگاه بین‌المللی ایران پلاست (غرفه طب پلاستیک نوین)

در هفدهمین نمایشگاه بین‌المللی ایران پلاست، دانشجویان دانشکده مهندسی شیمی با همکاری مجموعه طب پلاستیک نوین، حضور پیدا کردند. این بازدید در تاریخ‌های ۲۶ و ۲۷ شهریور ماه، برگزار شد و دانشجویان رشته‌های مهندسی شیمی و مهندسی پلیمر، حضور پیدا کردند. در این بازدید، جدیدترین محصولات شرکت طب پلاستیک نوین به دانشجویان معرفی شد و دانشجویان از طرح‌های مدرسه کسب و کار طب همچون طرح حمایت از پایان‌نامه‌های مقطع تحصیلات تکمیلی، جذب به عنوان کارآموز و کارورز شرکت نمودند و فرم‌های مربوطه را تکمیل نمودند.

همچنین دانشجویان مقطع تحصیلات تکمیلی گروه مهندسی پلیمر، با حضور دکتر قدرت‌الله هاشمی مطلق، مدیر گروه مهندسی پلیمر، در جلسه‌ای به بررسی طرح حمایت از پایان‌نامه‌های گروه مهندسی پلیمر با حضور مدیران مجموعه طب پلاستیک نوین، به گفتگو نشستند.

در ادامه، تصاویری از این بازدید را می‌توانید مشاهده کنید:





۲. اهداف این شرکت در راستای مقابله با مخاطرات زیست محیطی:

با توجه به مصرف روز افزون پلاستیک‌ها در دنیا، گروه صنعتی طب پلاستیک رویکردی برای جلوگیری از آسیب پلاستیک به محیط زیست را در نظر دارد که شامل چهار R می‌شود:

Recycle
Reduce
Refuse
Reuse

یعنی:

بازیافت، کاهش استفاده از پلاستیک در محصولات، عدم استفاده از پلاستیک‌ها و استفاده مجدد از پلاستیک‌ها

۳. محصولات نوین طب پلاستیک مانند چوب پلاست و لیوان لمیز چیست؟ و روند ساخت آن‌ها به طور خلاصه چگونه است؟ توسعه محصولات جدید طب پلاستیک بر مبنای این R۴ قرار دارند که اشاره کردیم؛ برای مثال چوب پلاستی نمونه‌ای از reduce (استفاده کمتر از پلاستیک‌ها) در یک محصول می‌باشد که در ابعاد صنعتی باعث مصرف کمتر پلاستیک می‌شود.

لیوان لمیز به عنوان یک لیوان مقاوم و با کیفیت نمونه‌ای از reuse و استفاده مجدد از محصولات پلاستیکی می‌باشد که قابلیت شستشو و استفاده دوباره را دارد. لیوان‌های بیرون‌بر در حال حاضر به دلیل جنس و کیفیت پایین ساخت قابلیت استفاده دوباره را ندارند و این خود دلیلی برای طراحی و ساخت لیوان لمیز بود.

قاشق چنگال PLA نمونه‌ای از refuse و امتناع از استفاده پلاستیک‌های پایه نفت بوده است. با توجه به فرمولاسیون کامپاند این محصول، کامپاند با کیفیت و قیمت پایین با قابلیت زیست تخریب‌پذیری تولید شده است، که با توجه به ماهیت و جنس اکثر قاشق چنگال‌های یکبار مصرف داخل بازار (پلی استایرن) و روند سخت بازیافت این پلیمر، این محصولات که حجم بالایی از سبدهای مصرفی را در بر می‌گیرند به عنوان زباله

۱. معرفی اولیه و کوتاه شرکت طب پلاستیک:

گروه صنعتی طب پلاستیک تولیدکننده نمونه کشوری و صادرکننده نمونه استانی ظروف یکبار مصرف بهداشتی دارویی و غذایی، فعالیت تولیدی خود را از سال ۱۳۷۷ با برند طب پلاستیک و تولید ظروف یکبار مصرف پلاستیکی یکبار مصرف با هدف تامین نیازهای داخلی و ورود به بازارهای رقابتی منطقه آغاز کرد. تولید بهترین محصولات با بهره‌گیری از فناوری روز دنیا و استفاده از مرغوبترین مواد اولیه، در کنار توجه ویژه مدیریت مجموعه به امر بهداشت و سلامت زمینه‌ساز توفیقات متعدد طب پلاستیک در عرصه‌های داخلی و منطقه‌ای بوده است. هم اکنون مجموعه طب پلاستیک و اقمارش با راه اندازی سومین واحد تولیدی مجموعه در سال ۱۳۹۰ در استان سمنان و همچنین به منظور دستیابی به فناوری روز دنیا و بازارهای منطقه‌ای و اروپایی در سال ۲۰۱۰ اقدام به تاسیس واحد تولیدی خود در کشور ترکیه نموده است. این امر خود سبب گسترش فعالیت‌های صادراتی به کشورهای آلمان، روسیه، رومانی، قرقیزستان، ارمنستان، ترکمنستان، امارات، قطر، عمان، عراق و افغانستان گردیده است. این مجموعه توانسته است با عرضه محصولات با کیفیت، تنوع و حجم بالا تعریف جدیدی از صادرات تولیدات یکبارمصرف پلیمری ارائه دهد؛ به گونه‌ای که کشورهای منطقه، ایران را با تولیدات این شرکت و اقمارش به عنوان قطب یکبار مصرف منطقه می‌شناسد این شرکت در سال ۱۳۹۱ موفق به دریافت گواهی‌نامه رعایت حقوق مصرف‌کننده از سوی سازمان حمایت از مصرف‌کنندگان گردید تا این گواهی‌نامه را به ویرترین افتخارات خود اضافه نماید. همچنین در همین سال این شرکت موفق به راه اندازی واحد تحقیق و توسعه خود یعنی شرکت دانش بنیان طب پلاستیک گردید تا گام بلندی در عرصه تکنولوژی‌های روز دنیا برداشته باشد.



به محیط زیست بازمی گردند.

شرکت ازنو زیر مجموعه هلدینگ طب پلاستیک در حوزه بازیافت مشغول به کار بوده و به طور تخصصی بر روی بازیافت پلی اتیلن ها که پرمصرف ترین پلاستیک حال حاضر در دنیاست، تمرکز دارد.

۴. دیدگاه شما درباره نمایشگاه ایران پلاست در امسال چیست؟ چه تغییراتی ایجاد شده بود؟

گروه صنعتی طب پلاستیک با رویکرد و شعار «آینده از امروز آغاز می شود»، در نمایشگاه ایران پلاست شرکت کرده و محصولاتی بر مبنای این شعار را در اولویت نمایش قرار داده بود اما متأسفانه به طور کلی بحث محیط زیست نقش بسیار کم رنگی در نمایشگاه ایران پلاست داشت.

۵. اهداف مدرسه کسب و کار چیست و برای چه تشکیل شده؟

فاصله ای ایجاد شده بین صنعت و فضای اکادمیک باعث ضعف و پایین آمدن بازدهی بسیاری از رشته های مهندسی شده است. طب اسکول با هدف پر کردن این خلا ایجاد شده.

با توجه ضعف های علمی در صنعت کشور ما مخصوصا صنایع پلاستیک و همچنین ضعف های تجربی فضای اکادمیک ما ، طب اسکول به عنوان پل ارتباطی بین فضای اکادمیک و صنعتی به نیت استفاده از علم دانشجویان و اساتید دانشگاه های کشور و همچنین انتقال تجارب صنعتی به فضای اکادمیک ایجاد شده است و تا به امروز دستاوردهای بسیار زیادی از این همکاری داشته است.

۶ در نهایت پیش بینی شما از طب پلاستیک در آینده در مسیری که طی می کند، چیست؟

با توجه به رویکرد و جهت توسعه گروه صنعتی طب پلاستیک، در آینده ای نه چندان دور شاهد چرخه ثابت و پایداری از پلاستیک در منطقه خواهیم بود. اجرای این چرخه نیازمند زمان و دانش فنی بسیار زیادی بوده که با توجه به برنامه راهبردی هلدینگ طب پلاستیک امری موثر می باشد.

ثامن شرفی



معرفی

معرفی نرم افزار VMD

رویداد کنفرانس بین المللی بیوپلیمرها

و شیمی پلیمرها

مصاحبه با دکتر زاهدی

معرفی مشاهیر (یک دانشمند و یک

ماده همه کاره)

معرفی کتاب Polymer Science and

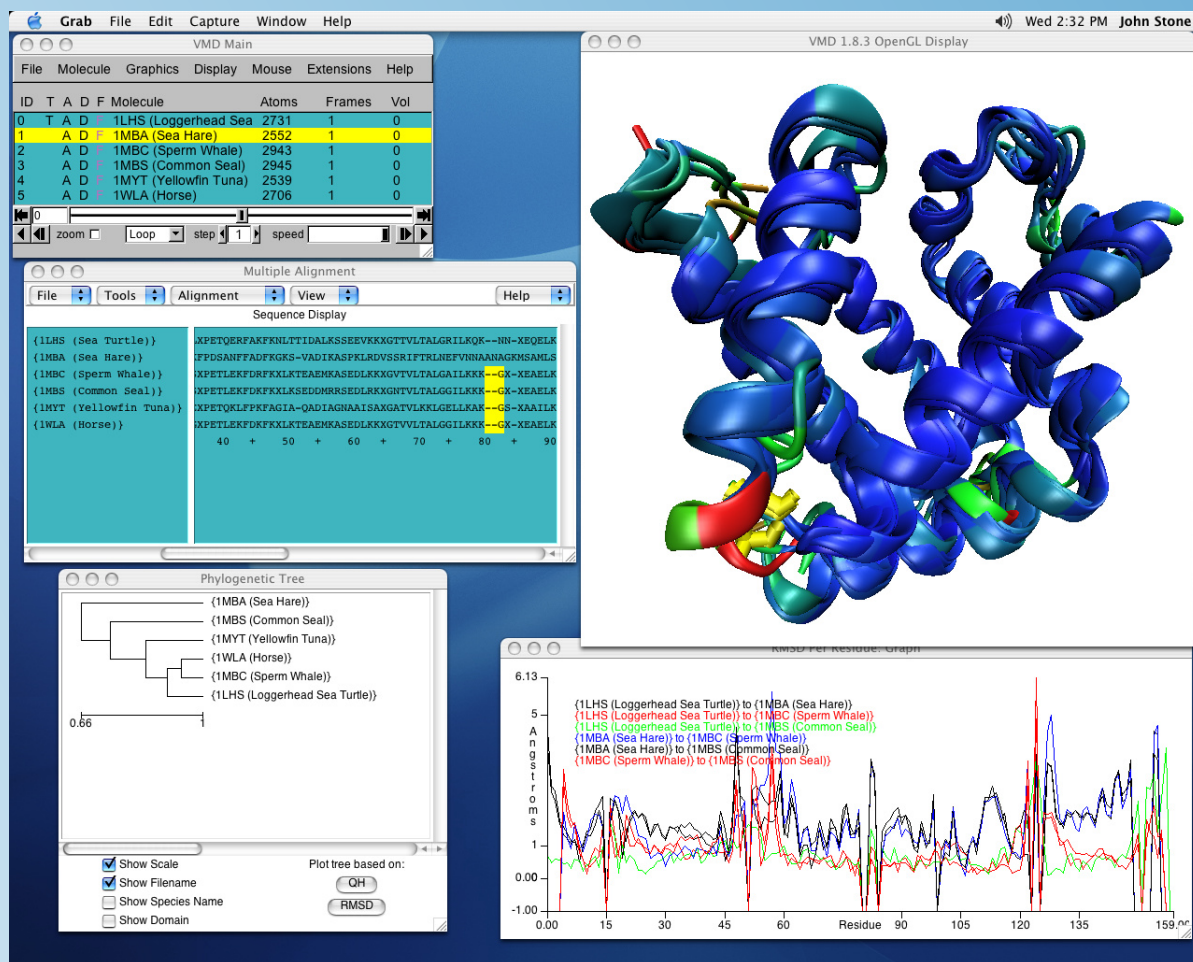
Technology



معرفی نرم افزار VMD (Visual Molecular Dynamics)

نرم افزار (VMD) یک نرم افزار گرافیکی است که برای نمایش تصاویر، اشکال زدایی و تصحیح پیکربندی های اتمی حاصل از نرم افزار لمپس یا نرم افزارهای مشابه دینامیک مولکولی کاربرد دارد.

این برنامه توسط گروه «بیوفیزیک نظری و محاسباتی» به سرپرستی پروفسور Klaus Schulten در دانشگاه Illinois Urbana-Champaign توسعه داده شده است. توسعه این برنامه در سال میلادی ۱۹۹۵ آغاز شد و نسخه اولیه آن در سال میلادی ۱۹۹۶ به بازار عرضه شد. سپس این نرم افزار با اضافه کردن قابلیت ها و توسعه های مختلف، توانست به یکی از نرم افزارهای محبوب و کاربردی در زمینه تجزیه و تحلیل ساختار مولکولی تبدیل شود.



شکل ۱: محیط نرم افزار VMD

انتخاب اتم گسترده انتخاب می شوند که شامل عملگرهای بولی و عبارات منظم است. VMD یک رابط کاربری گرافیکی کامل برای کنترل برنامه و همچنین یک رابط متنی با استفاده از تجزیه کننده قابل جاسازی Tcl برای اجازه دادن به اسکریپت های پیچیده با جایگزینی متغیر، حلقه های کنترلی و فراخوانی تابع فراهم می کند.

این نرم افزار نیز می تواند برای شبیه سازی دسته مختلفی از ساختارها همچون محلول ها، غشاء های اتمی، نانوساختارها و ... استفاده شود. یکی از مهمترین ساختارهایی که با استفاده از این نرم افزار می توان مدلسازی کرد، نانوصفات و نانولوله های اتمی است.

این برنامه به طور بومی چندین فرمت از فایل داده مولکولی محبوب مانند فایل های مختصات CHARMM، PDB، NAMD، ساختار AMBER و ... را درک می کند.

در طول سالیان متمادی VMD بهبود یافته و به روز شده است، و ویژگی های جدیدی مانند پشتیبانی از فرمت های فایل جدید، امکان شبیه سازی دورقمی دیالتیک و افزونه های متنوع اضافه شده است. باگذشت زمان، VMD به یک ابزار مرموز و قدرتمند برای محققان و علاقه مندان در زمینه تجزیه و تحلیل ساختار مولکولی تبدیل شده است.

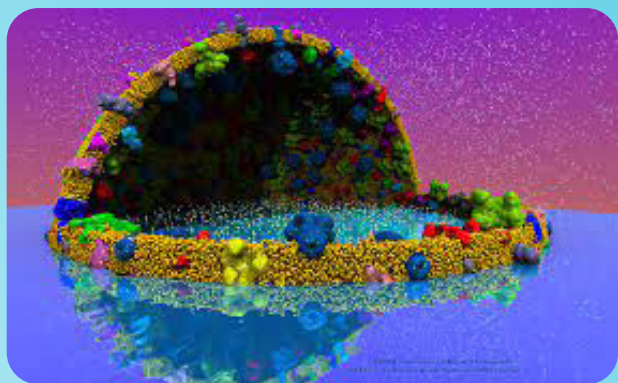
برنامه گرافیکی مولکولی VMD برای نمایش و تجزیه و تحلیل مجموعه های مولکولی، به ویژه پلیمرهای زیستی مانند پروتئین ها و اسیدهای نوکلئیک طراحی شده است. VMD می تواند به طور همزمان هر تعداد ساختار را با استفاده از طیف گسترده ای از سبک های رندر و روش های رنگ آمیزی نمایش دهد.

مولکول ها به عنوان یک یا چند «نمایش» نمایش داده می شوند، که در آن هر بازنمایی یک روش رندر و طرح رنگ آمیزی خاص برای زیرمجموعه ای از اتم های انتخاب شده را نشان می دهد. اتم های نمایش داده شده در هر نمایش با استفاده از یک نحو



- و اعتبارسنجی VMD وجود دارد، اما سیستم برنامه های کاربردی برای VMD به اندازه روش های دیگر توسعه نرم افزاری مانند Agile یا Scrum قوی نیست.
۵. هزینه: تهیه ابزارهای لازم و آموزش اعضا تیم هزینه بر است.
۶. قابلیت اجرا: این نرم افزار مناسب ترین گزینه برای سیستم های کاربردی بحرانی و امنیتی است که هزینه ی خطا آن ها بالا می باشد.
۷. مستند سازی: حفظ مستندات جامع برای مدل ها و اثبات ها، امری حیاتی است. که مستندسازی ناکافی ممکن است منجر به سوء تفاهم شود.

مریم سوارانی



برای دسترسی به منابع بارکد زیر را اسکن کنید.



درمیان برنامه های گرافیک مولکولی، عملکرد VMD در مسیرهای دینامیک مولکولی چند گیگابیتی منحصر به فرد است، همچنین قابلیت همکاری با تعداد زیادی از بسته های شبیه سازی دینامیک مولکولی و ادغام اطلاعات ساختار و توالی دارد.

ویژگی های کلیدی VMD شامل موارد زیر می شود:

- « نمایش سه بعدی مولکولی با روش ها و رنگ آمیزی های گسترده
- « نحوه انتخاب اتم گسترده برای انتخاب زیرمجموعه هایی از اتم ها برای نمایش
- « نمایش داده های مولکولی پویا
- « نمایش داده های حجمی
- « پشتیبانی از اکثر فرمت های فایل داده های مولکولی
- « عدم محدودیت در تعداد اتم ها، مولکول ها، یا چارچوب های مسیر به جز حافظه موجود
- « دستورات تجزیه و تحلیل مولکولی
- « انتشار تصاویر مولکولی با وضوح بالا و کیفیت انتشار
- « قابلیت ساخت فیلم
- « ساخت و آماده سازی سیستم ها برای شبیه سازی دینامیک مولکولی
- « شبیه سازی دینامیک مولکولی تعاملی
- « ضمیمه هایی برای زبان های اسکریپت نویسی Tcl/Python
- « کد منبع توسعه پذیر نوشته شده به زبان های برنامه نویسی C و ++C

نرم افزار VMD توسط دست اندرکاران حوزه بیوشیمی محاسباتی و علوم مولکولی استفاده می شود که شامل پژوهشگران، دانشجویان و متخصصانی است که در زمینه های مرتبط با دینامیک مولکولی، ساختار مولکولی، تجزیه و تحلیل داده های مولکولی و سیستم های بیولوژیکی فعالیت می کنند.

همچنین، به عنوان یک ابزار قدرتمند در حوزه مدلسازی و شبیه سازی سیستم های مولکولی، VMD می تواند برای تحقیقات پایه و کاربردی در حوزه های مختلفی از جمله بیوشیمی، علوم دارویی، بیوفیزیک و علوم محاسباتی مورد استفاده قرار بگیرد.

این نرم افزار نقاط ضعفی نیز دارد که چند مورد از آن شامل موارد زیر است:

۱. پیچیدگی: این نرم افزار ممکن است برای کسانی که به روش های رسمی تازه وارد اند، پیچیده باشد. نمادگذاری های رسمی و اثبات های ریاضی ممکن است برای درک و پیاده سازی سخت باشد.
۲. مصرف منابع زیاد: این نرم افزار معمولاً نیاز به میزان قابل توجهی زمان و منابع محاسباتی دارد. این مسئله ممکن است برای پروژه های بزرگ با مهلت های کوتاه غیرعملی باشد.
۳. تخصص: استفاده از این نرم افزار نیاز به تخصص بالا در روش های رسمی و ریاضیات دارد. همه توسعه دهندگان با این مفاهیم آشنا نیستند.
۴. محدودیت در ابزارها: درحالی که ابزارهایی برای مدلسازی



ICBPC: کنفرانس بین المللی بیوپلیمرها و شیمی پلیمرها

اطلاعاتی نمایه شده است.

« ویژه نامه های مجله

کنفرانس بین المللی بیوپلیمرها و شیمی پلیمر با ژورنال اختصاصی بیوپلیمرها و شیمی پلیمر همکاری کرده است. تعدادی از مقالات انتخاب شده تاثیرگذار با متن نیز برای این ژورنال اختصاصی در نظر گرفته خواهد شد. کلیه مقالات ارسالی این فرصت را خواهند داشت که برای این ژورنال در نظر گرفته شوند. انتخاب مقاله در طول فرآیند بررسی دقیق و همچنین در مرحله ارائه کنفرانس انجام خواهد شد. مقالات ارسالی نباید توسط هیچ مجله یا نشریه دیگری مورد بررسی قرار گیرد. تصمیم نهایی برای انتخاب مقاله بر اساس گزارش های بررسی دقیق توسط ویراستاران مهمان و سردبیر به طور مشترک اتخاذ خواهد شد. مقالات منتخب به صورت آنلاین و رایگان منتشر خواهد شد.

« کنفرانس بین المللی بیوپلیمرها و شیمی پلیمرها چه موضوعاتی را شامل می شود؟

این کنفرانس شامل موضوعات متنوعی درباره پلیمرها و بیوپلیمرها می باشد. کلیه مقالات ارسالی کنفرانس می بایست در چارچوب موضوعات تعیین شده باشد که شامل پلیمرها و بیوپلیمرهای زیستی، پلیمرهای طبیعی، پلاستیک های زیستی، کاربرهای پلیمرها و بیوپلیمرها در علوم مهندسی و پزشکی، بازیافت و شناسایی چالش ها و فرصت ها می باشد. موضوعات تعیین شده برای مقالات و تحقیقات این کنفرانس به تفصیل در جدول ۱ آورده شده است.

مکان برگزاری کنفرانس: لندن، بریتانیا تاریخ: ۱۰-۰۹-۲۰۲۳

نام سازمان: آکادمی جهانی علوم، مهندسی و فناوری (world academy of science engineering and technology)

« اهداف کنفرانس بین المللی پژوهشی ICBPC

کنفرانس تحقیقاتی بین المللی یک سازمان فدرال است که به گردآوری تعداد قابل توجهی از رویدادهای علمی متنوع برای ارائه در برنامه کنفرانس اختصاص دارد. رویدادها در طول کنفرانس بسته به تعداد و طول ارائه ها در یک بازه زمانی برگزار می شوند. با کیفیت بالا، ارزش استثنایی را برای دانشجویان، دانشگامیان و محققان صنعت فراهم می کند.

کنفرانس بین المللی بیوپلیمرها و شیمی پلیمرها با هدف گرد هم آوردن دانشمندان برجسته دانشگاهی، محققان و پژوهشگران برای تبادل و به اشتراک گذاشتن تجربیات و نتایج تحقیقات خود در مورد تمام جنبه های بیوپلیمرها و شیمی پلیمرها برگزار می شود. همچنین یک پلتفرم بین رشته ای برتر برای محققان، پزشکان و مریبان فراهم می کند تا آخرین نوآوری ها، روندها و نگرانی ها و همچنین چالش ها و راه حل های اتخاذ شده را در زمینه پلیمرهای زیستی و شیمی پلیمر ارائه کنند و درباره آن ها بحث کنند.

« فراخوان برای مشارکت

نویسندگان آینده مورد تشویق قرار می گیرند تا از طریق ارسال چکیده های پژوهشی، مقالات و پوستره های الکترونیکی به شکل گیری کنفرانس کمک کنند. همچنین، مشارکتهای تحقیقاتی با کیفیت که نتایج اولیه و منتشر نشده کارهای مفهومی و سازنده، تجربی یا نظری را در تمام زمینه های بیوپلیمرها و شیمی پلیمر توصیف می کنند، برای ارائه در کنفرانس مورد استقبال قرار می گیرند. این کنفرانس تقاضا دارد که در ارائه چکیده ها، مقالات و پوستره های الکترونیکی به موضوعات کنفرانس بپردازد که شامل شکل ها، جداول و مراجع تحقیقاتی جدید می باشند.



شکل ۲: قسمتی از ارائه یکی از شرکت کننده ها در کنفرانس شیمی پلیمر و بیوپلیمرها در لندن



شکل ۱: هیئت برگزارکننده کنفرانس شیمی پلیمر و بیوپلیمرها در لندن

« کمیته های تشکیل دهنده رویداد

این کنفرانس شامل کمیته هایی از دانشگاه ها و موسسات ایالات متحده و بریتانیا از جمله دانشگاه گلاسکو بریتانیا، دانشگاه کالیفرنیا سن دیگو، دانشگاه کانزاس، دانشگاه ایالتی پنسیلوانیا، دانشگاه آلاباما در بیرمنگام، دانشگاه جورجیا، مؤسسه ملی بهداشت در ایالات متحده، بیمارستان کودکان فیلادلفیا و مؤسسه سرطان دانا فاربر / دانشکده پزشکی هاروارد می باشد.

« مجموعه مقالات و منابع کنفرانس

کلیه مقالات ارسالی کنفرانس توسط سه داور ذی صلاح بررسی خواهند شد. مجموعه مقالات بررسی شده کنفرانس در پایگاه های اطلاعاتی Open Science Index, Google Scholar, Semantic Scholar, Zenedo, OpenAIRE, BASE, WorldCAT, Sherpa/RoMEO و سایر پایگاه های



پلیمرهای زیستی	پلیمرهای زیست تخریب پذیر	کامپوزیت های سبز در پلیمرهای زیستی
بیوپلیمرها و پلاستیک های زیستی	بیوپلیمرهای تجدیدپذیر زیستی	پلیمرهای زیستی برای مهندسی بافت و پزشکی ترمیمی
پلیمرهای طبیعی	علم و مهندسی مواد پلیمری	پلیمرهای زیست تخریب پذیر
پلیمرهای زیستی پیشرفته	بیومواد پلیمری	پلیمرهای زیستی در کاربردهای زیست پزشکی
پلاستیک های زیستی	نانوتکنولوژی پلیمری	بازيافت و مدیریت پسماند پلیمرهای زیستی
بیوانفورماتیک	کاربردهای پلیمری زیستی	پلیمرهای زیستی در الیاف زیستی و سلولز میکروبی
شیمی پلیمر	بیوپلیمرها به عنوان مواد	چالش ها و فرصت های موجود در خوراک پلیمرهای زیستی

« هزینه های ثابت نام

هزینه های ثابت نام در کنفرانس بسته به نوع مشارکت شما می تواند متفاوت باشد که در جدول ۳ به طور کامل این هزینه ها (هزینه ثابت نام اولیه و هزینه نهایی) باتوجه به نوع مشارکت شخص یا تیم تحقیقاتی آورده شده است.

جدول ۲. هزینه های ثابت نام

نوع مشارکت	هزینه بلیط ثابت نام اولیه
ثبت نام ارائه شفاهی/پوستر غیر دانشجویی	۴۵۰ €
ثبت نام ارائه شفاهی/پوستر دانشجویی	۳۵۰ €
شنونده	۲۵۰ €
انتشار مقاله اضافی	۱۰۰ €

« تاریخ های مهم

تاریخ های مهمی که برای ارسال مقاله مشخص شده اند و باید به آنها توجه داشت به شرح زیر می باشد.

شقایق میرزائی

جدول ۳. تاریخ های مهم مراحل مختلف کنفرانس

مهلت ارسال چکیده/متن کامل مقاله	۱۴ سپتامبر ۲۰۲۳
اطلاعیه پذیرش/رد	۲۸ سپتامبر ۲۰۲۳
ارسال مقاله نهایی (آماده چاپ) و آخرین مهلت ثبت نام	۱۱ نوامبر ۲۰۲۳
تاریخ کنفرانس	۱۱-۱۲ دسامبر ۲۰۲۳

برای دسترسی به منابع بارکد زیر را اسکن کنید.



در ابتدا، از شما بابت وقتی که در اختیار نشریه میم گذاشتید کمال تشکر دارم.

۱. یک معرفی مختصر از خودتان و فعالیت‌هایتان ارائه دهید؟

سلام؛ با تشکر، زاهدی هستم؛ دانشیار گروه مهندسی پلیمر در دانشکده مهندسی شیمی دانشکده فنی دانشگاه تهران. تمرکز اصلی کاری من در چند سال اخیر، پلیمرهای زیستی بوده است.

۲. بیوپلیمر چیست، چه کاربردی دارد و برای پیشرفت نیازمند چه اقداماتی هستند؟

در واقع بیوپلیمرها زیر مجموعه، پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر هستند. پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر نسبت به تخریب ناپذیرها همچون، پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن و پلی‌استایلن، که در روز کاربرد آن‌ها را مشاهده می‌کنیم، در مقابل رطوبت و آب، به دلیل ساختار خاصشان، زودتر تخریب می‌شوند؛ و به راحتی با UV قابل تجزیه هستند. پلیمرهای زیست تخریب‌ناپذیر به دلیل اینکه صدمات جدی به طبیعت وارد می‌کنند، به سمت تولید پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر می‌رویم. دانشمندان متوجه شدند که دسته‌ای از پلیمرها هستند که با سیستم‌های بدن، بافت و خون، سازگاری دارند. دکتر رابرت لانگر، که یکی از افراد سرآمد در حوزه پلیمرها هستند که برای اولین بار پلی‌انیدریدها را مطرح کردند؛ پلی‌انیدرید گروه خاصی از بیوپلیمرها هستند که قبل سال ۱۹۸۲ در صنایع نساجی استفاده می‌شد اما دکتر لانگر متوجه شدند به دلیل خواص خاص این پلیمرها می‌توان از آن‌ها در سیستم‌های دارورسانی استفاده کرد.

این حوزه در نظام سلامت حائز اهمیت است و یک حوزه بین رشته‌ای می‌باشد و نیازمند همکاری داروسازان و مهندسين است؛ اما چون تحقیقات آزمایشگاهی در این زمینه نیازمند تجهیزات بسیار بالایی است، همین موضوع، باعث محدود شدن شرایط در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی شده است.

کشورهایی که ساز و کار این محصولات فراهم است، پیشرفت‌های بقوه‌ای داشتند و حتی محصولات بیوپلیمر تجاری‌سازی شده‌اند و به اصطلاح به ثمر نشسته‌اند برای مثال در درمان بیماری‌های قلبی و عروقی و سرطان. می‌توان گفت این صنعت جایگزین موادی مانند، فلزات و حتی سرامیک‌ها شده‌اند چون هم سبک‌تر هستند و قابلیت انحلال‌پذیری بالاتری دارند.

۳. پیشرفت‌های بالقوه آینده یا زمینه‌های رشد برای تحقیقات پلیمر و بیوپلیمر به خصوص در ایران چیست؟

این زمینه چون با حوزه health care سر و کار دارد می‌توان گفت که پیشرفت به بی نهایت میل می‌کند و در سراسر دنیا از آن حمایت می‌شود.

ولی باید امکانات و تجهیزات بالای این فرایند را در نظر گرفت. این کارها همانطور که در جریان هستید، یک سری استانداردهای بین‌المللی دارد و نیازمند فازهای مختلف آزمایشگاهی است. که صد البته کشورهای پیشرفته‌ی دیگری همچون آمریکا، سوئیس و آلمان در این حوزه‌ها جلوتر هستند و طبیعی است که در ساخت یک محصول در ایران باید در نظر گرفت که قابل رقابت با محصولات قبلی تولید شده، باشد. همچنین باید در نظر گرفت شرکت‌هایی که در این زمینه فعالیت دارند بسیار محدود هستند.



اما چه خوب است اگر تحقیقات در این زمینه بیشتر شود و دانشجویان پرشور و علاقمند در این زمینه‌ها مقاله‌های کاربردی چاپ کنند.

۴. کمی این موضوع شخصی‌سازی کنیم؛ آیا دانشگاه تهران کار به خصوصی در این زمینه با همکاری دانشجویان انجام داده؟ چه زمینه‌هایی برای این همکاری نیاز است؟

یکی از ویژگی‌های خوب دانشگاه تهران نسبت به دانشگاه‌های دیگر، به دلیل محیط دانشگاه و چند رشته‌ای بودن، این است که، ارتباط دانشجویان مهندسی با دانشجویان رشته‌های مختلف، بسیار قوی است. همین موضوع باعث شده که دست دانشجویان بسیار بازتر شود و بتوانند تحقیقات مختلفی را در این حوزه انجام دهند؛ برای مثال اخیراً من با پژوهشگاه رویان، درباره پروژه‌ای در زمینه سلولی صحبت کردم که شبیه به همین کار را می‌توان بین دانشکده فنی و دانشکده پزشکی انجام داد. هر چند هماهنگ شدن، نیازمند به شناخت اولیه است و کار آسانی نیست اما باز هم به پتانسیل و علاقه‌مندی دانشجویان وابسته است. و در نظر داشته باشید در دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه تهران افراد خبره هستند که در حوزه‌های پلیمر و بیوپلیمرها، با دیدگاه‌های مختلف در حال فعالیت هستند.

۵. در پایان اگر سخنی به عنوان سخن آخر با دانشجویان دارید، لطفاً بفرمایید.

اگر چه این حوزه جذابیت‌های بسیاری دارد اما باید در نظر داشت که خیلی از ایده‌ها قابل اجرا نیستند. به نظرم یکی از نکات مهم در کارهای تحقیقاتی بالا بردن روحیه همکاری در کنار عطش علم و وجدان کاری است. چه بسیار پروژه‌هایی بودند که نقطه‌ی شروعی داشته‌اند ولی به دلیل عدم همکاری به خاتمه نرسیده‌اند. طبیعتاً مشکلاتی در این زمینه وجود دارد که باید فکر و ایده‌های جدیدی را مطرح کرد تا پتانسیل‌های این حوزه نمایان شود، که هم نیازمند اشتیاق و انگیزه افراد هست و هم نیازمند بستری برای فراهم شدن، است.



یک دانشمند و یک ماده همه کاره

خانم Stephanie Kwolek در ۳۱ ماه ژوئیه سال ۱۹۲۳ میلادی، در شهر New Kensington، ایالت پنسیلوانیا در ایالات متحده در خانواده لهستانی چشم به جهان گشود. پدرش، جان کولک، یک طبیعت‌شناس بود. او ساعت‌های زیادی را با دخترش به کاوش در جنگل‌ها و مزارع نزدیک خانه‌اش گذراند و دفترچه‌های توضیحی درباره‌ی برگ‌ها، گل‌های وحشی، دانه‌ها، علف‌ها و موارد مربوطه پر کرد. کوولک عشق به پارچه و خیاطی را از مادرش، Nellie، که یک خانه‌دار بود به ارث برد. زمانی او فکر می‌کرد که می‌خواهد طراح مد شود، اما مادرش به او هشدار داد که احتمالاً در این تجارت، گرسنگی خواهد کشید زیرا او یک کمال‌گرا است.

پدرش زمانی که او فقط ۱۰ سال داشت فوت کرد هرچند عشق به علمی که از پدرش به ارث رسیده بود تا آخر عمر با او باقی ماند. او در سال میلادی ۱۹۴۶ مدرک لیسانس علوم درگرایش شیمی از کالج زنان Margaret Morrison Carnegie دانشگاه Carnegie Mellon دریافت کرد. برنامه اولیه او این بود که دکتر بشود، او امیدوار بود که شغلی مرتبط با شیمی بیابد تا بتواند پول کافی برای تحصیل در دانشکده پزشکی را به دست آورد.

اندکی پس از فارغ التحصیلی، آقای Hale Charch به او پیشنهاد شغلی جهت کار در موسسه DuPont's Buffalo نیویورک داد. در دهه میلادی ۱۹۴۰، تعداد زیادی از مردان، به دلیل جنگ جهانی دوم از کشور خارج شده بودند و کارفرمایان نسبت به استخدام زنان استقبال بیشتری نشان می‌دادند.

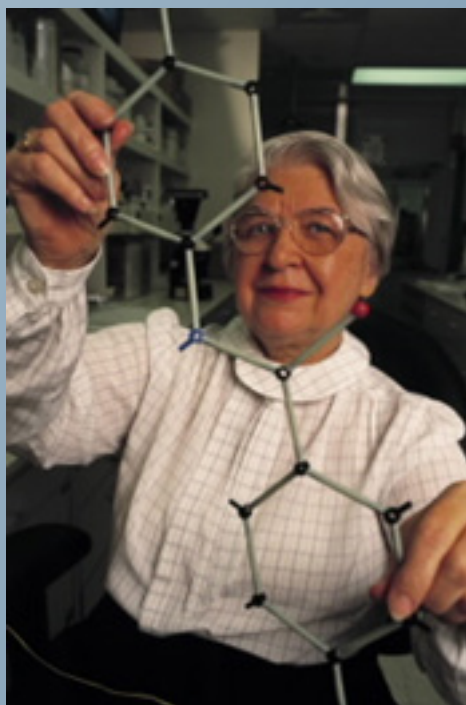
استفانی کوولک، کار خود را در موسسه DuPont در سال ۱۹۴۶ میلادی آغاز کرد. در ابتدا قصد داشت در آنجا به طور موقت کار کند زیرا به دنبال تحصیل در دانشکده پزشکی بود. اما با گذشت زمان، تحقیقات پلیمری که او روی آن کار می‌کرد آنقدر جالب و چالش‌برانگیز بود که تصمیم گرفت برنامه‌های خود را برای دانشکده پزشکی کنار بگذارد و شیمی را به شغلی مادام‌العمر تبدیل کند.

او در چندین پروژه از جمله جستجوی پلیمرهای جدید و همچنین فرآیند تراکم جدید که در دهه‌های پایین‌تر، حدود ۰ تا ۴۰ درجه سانتیگراد انجام می‌شود، مشغول بود. به عنوان مثال، فرآیند پلیمریزاسیون چگالشی مذاب که در تهیه نایلون استفاده می‌شود، در دمای بیش از ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود. فرآیندهای چند تراکمی در دمای پایین، که از واسطه‌های با واکنش بسیار سریع استفاده می‌کنند، امکان آماده‌سازی پلیمرهایی را فراهم می‌کنند که نمی‌توانند ذوب شوند و فقط در دمای بالای ۴۰۰ درجه سانتیگراد شروع به تجزیه می‌کنند.

ماده‌ای سبک اما قوی تر از فولاد

در دهه میلادی ۱۹۶۰، خانم Stephanie Kwolek بخشی از تیمی در آزمایشگاه تحقیقاتی DuPont در شهر Wilmington شد که هدفشان، ساخت فیبر سبک وزن و در عین حال قوی برای استفاده در لاستیک‌ها بود. این کار نیازمند دستکاری رشته‌ای از مولکول‌های کربنی برای تولید مولکول‌های بزرگ‌تر به نام پلیمر بود و او به‌طور خاص با پلی‌فنیلن ترفتالات و پلی بنزآمید کار می‌کرد.

او به‌طور غیر منتظره‌ای کشف کرد که تحت شرایط خاص،



تعداد زیادی از مولکول‌های پلی آمید به موازات یکدیگر قرار می‌گیرند تا محلول‌های کریستالی مایع ابری را تشکیل دهند. اکثر محققان این محلول را رد می‌کردند؛ زیرا این محلول سیال و کدر بود تا چسبناک و شفاف. اما خانم Kwolek از فرصت استفاده کرد و محلول را به الیافی قوی‌تر و سفت‌تر از آنچه که تا به حال ساخته شده بود بدل کرد. این پیشرفت، فرصت‌هایی را برای مجموعه‌ای از محصولات جدید مقاوم در برابر پارگی، گلوله، دمای شدید و قابلیت‌های بسیاری ایجاد کرد. این الیاف در سال میلادی ۱۹۶۵ آزمایش شدند و مشخص شد که مقاوم‌تری پنج برابر فولاد با وزنی برابر و مقاوم‌تری مناسب در برابر آتش را دارا هستند. سرپرست او در موسسه DuPont پتانسیل تجاری فیبر جدید توسعه یافته را تشخیص داد و در اوایل دهه میلادی ۱۹۷۰ با نام کولار در بازار معرفی کرد. با این حال، خانم Kwolek در توسعه کاربردهای عملی Kevlar نقش چندان‌ی نداشت.

کولار به عنوان یک زره بدن سبک وزن برای پلیس و ارتش، زندگی‌های زیادی را نجات داده است. همچنین برای انتقال پیام در سراسر اقیانوس به عنوان محافظ کابل فیبر نوری زیر دریا، معلق کردن پل‌ها با طناب‌های فوق‌العاده قوی و در کاربردهای بی‌شماری دیگر از لباس‌های محافظ برای ورزشکاران و دانشمندان گرفته تا قایق‌رانی، سر طبل و ماهی‌تابه استفاده می‌شود.



استفانی کولک (سمت چپ) و اعضای گروه دوپونت که کولار را توسعه دادند: هربرت بلیدز، پل دبلیو مورگان و جوزف ال.



خانم استفانی کوولک بیشتر به خاطر کارهایش که به توسعه کولار، یک الیاف مصنوعی پاراآرامیدی، منجر شد، شناخته شده است. این ماده که حتی از فولاد قوی‌تر است به عنوان یک زره بدن سبک وزن برای پلیس و ارتش، زندگی‌های زیادی را نجات داده است. این ماده همچنین برای انتقال پیام در سراسر اقیانوس به عنوان محافظ کابل فیبر نوری زیر دریا، معلق کردن پل‌ها با طناب‌های فوق العاده قوی و در کاربردهای بی‌شماری دیگر از لباس‌های محافظ برای ورزشکاران و دانشمندان گرفته تا قایق‌رانی، سر طبل و ماهیتابه استفاده می‌شود. در مجموع حدود ۲۰۰ کاربرد متنوع می‌توان برای این محصول در نظر گرفت.

یک الگوی پرافتخار

خانم کوولک در سال میلادی ۱۹۸۰ جایزه پیشگام شیمی را از موسسه شیمیدانان آمریکا دریافت کرد. در همان سال، او همچنین جایزه‌ای برای اختراع خلاق از انجمن شیمی آمریکا دریافت کرد. او چهارمین زنی بود که در سال ۱۹۹۵ به تالار مشاهیر مخترعان ملی اضافه شد.

تمام دوران حرفه‌ای او در شرکت DuPont گذشت و در سال میلادی ۱۹۸۶ به‌عنوان همکار پژوهشی بازنشسته شد. در سال‌های آخر عمر، او در شورای ملی تحقیقات و آکادمی ملی علوم مشغول به کار شد.

کولک به عنوان یک الگو برای سایر زنان دانشمند خدمت کرد. وی در برنامه‌هایی شرکت کرد که کودکان خردسال را با علم آشنا می‌کرد. یکی از مقالات پر استناد کوولک، که با Paul Morgan نوشته شده است، «ترفند طناب نایلونی» است. این مقاله توضیح می‌دهد که چگونه می‌توان پلیمریزاسیون چگالشی را در یک لیوان در فشار اتمسفر و دمای اتاق نشان داد، نمایشی که اکنون در کلاس‌های درس در سراسر کشور آمریکا رایج است.

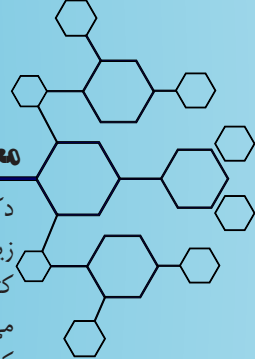
در سال میلادی ۲۰۱۳ داستان او در کتابی برای کودکان، توسط ادوین بریت ویکوف به عنوان زنی که نخی اختراع کرد که گلوله‌ها را متوقف می‌کند: نابغه استفانی کوولک، به تحریر درآمد. او عمر طولانی و پرباری داشت و در ۱۸ ژوئن سال میلادی ۲۰۱۴، در سن ۹۰ سالگی، در شهر Delaware آمریکا درگذشت. استفانی کوولک هرگز ازدواج نکرد، او تمام زندگی خود را وقف حرفه خود کرد.

شایان پروانه

برای دسترسی به منابع بارکد زیر را اسکن کنید.

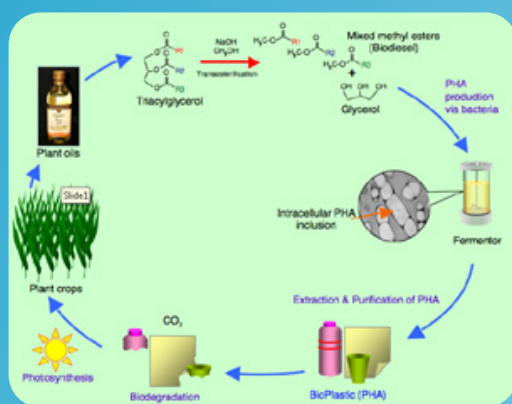


معرفی کتاب Polymer Science and Technology



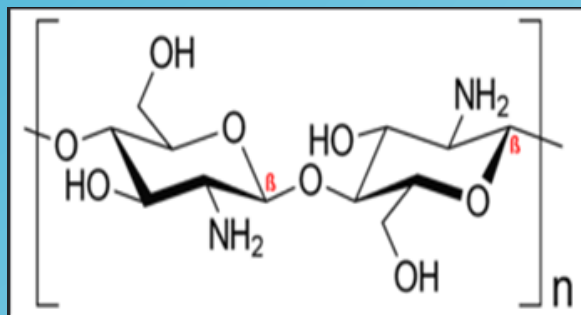
در حالت کلی مخاطبان اصلی این کتاب، دانشجویان کارشناسی پیشرفته و دانشجویان کارشناسی ارشد مهندسی شیمی هستند ولی فصول ابتدایی کتاب که شامل اصول علم پلیمر است می تواند برای دانشجویان علوم مواد و یا شیمی هم مناسب باشد البته فصل های انتهایی کتاب که شامل معرفی دسته های اصلی پلیمرها است، به عنوان مکملی برای مباحث اصلی استفاده می شود.

در ویرایش های دوم و سوم این کتاب، پوشش جدیدتر و گسترده تری از موضوعات مهم در علم و مهندسی پلیمر ارائه شده است، مباحثی چون کاتالیزور متالوسنی، پلیمریزاسیون رادیکالی، انتقال جفت شونده و پلاسما، مهندسی ژنتیک پلیمرها، پلیمرهای قابل تجزیه، شیمی سبز، سنتز پلیمر منتقل شده، چسبندگی شیمیایی و ... به صورت جامع تر مورد بحث قرار گرفته است.



شکل ۲: ارتباط شیمی سبز و پلیمرهای قابل تجزیه

به عنوان تکمیل این بخش، مباحثی جدیدی مانند مباحث لاستیسیت پلیمر، نانوکامپوزیت ها، پلیمرهای طبیعی، بیوپلیمرها از جمله کایتوزان و کیتین، دندیرمها و ... در ویرایش دوم اضافه شده است. در ویرایش سوم به بلوک کوپلیمرها و پوشش گسترده تری از نانوکامپوزیت ها و استفاده از بالک ها، لوله های نانوکربن، گرافن و POSS که به عنوان نانوپرکننده ها هستند و همچنین به الیاف الکتروپنینگ در عملیات بافندگی و پرداخته شده است.



شکل ۳: ساختار مونومر بیوپلیمر (کیتوزان)

دکتر Joel R. Fried، استاد بخش مهندسی شیمی و زیست پزشکی دانشگاه ایالتی فلوریدا در آمریکا، نویسنده کتاب Polymer Science and Technology، بیان می کند که هدف از نوشتن این کتاب، تهیه مرجعی کامل و جامع برای برطرف کردن نیازهای دانشجویان

مهندسی شیمی می باشد.

این کتاب در سه ویرایش در سال های میلادی ۱۹۹۵، ۲۰۰۳ و ۲۰۱۴ به چاپ رسیده است. که هدف اصلی آن، ارائه ی ابتدایی ترین اصول علم و مهندسی پلیمر است. این کتاب در برگیرنده ی مفاهیم اساسی، تکنولوژی ها و کاربردهای پلیمر است، همچنین به طور کامل به شیمی پلیمر مصنوعی، خواص پلیمر در محلول و در حالت های مذاب، لاستیک، جامد و تمام دسته های مهم پلاستیک ها پرداخته شده است.

بررسی تصویر روی جلد کتاب

تصویر روی جلد کتاب، یک شبیه سازی مولکولی از ترکیب ۳۷ درصدی، براساس وزن فولرن C60 به صورت فانکشنالی بنام PCBM در یک سلول بی نظم حاوی یک کوپلیمر تیوفون را نشان می دهد که به صورت جامع در فصل های پایانی کتاب توضیح داده شده است.



شکل ۱: ویرایش سوم polymer science and technology

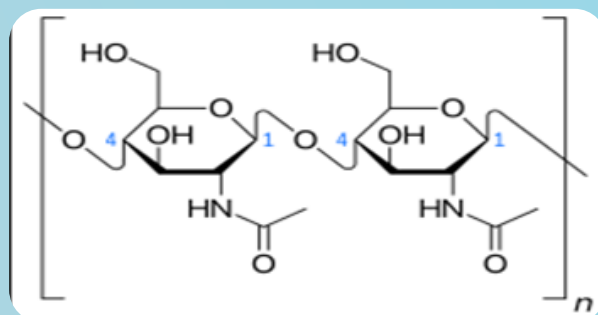
جلد کتاب

مهمترین بحث های موجود در اولین ویرایش این کتاب شامل تعادل فازی، نظریه ی معادله حالت، UNIFAC، پوشش رئولوژی (پوشش رئولوژی شامل استفاده از معادلات مجموعه و مدل سازی های جریان ساده است)، مابانی عملیات پردازش پلیمر و ... است، علاوه بر این مباحث، کاربردهای جدید و مهمی نیز از پلیمرها در جداسازی ها، الکترونیک (پلیمر هادی ها)، بیوتکنولوژی (زمان بندی کنترل شده رهایش دارو) و سایر حوزه های تخصصی مهندسی به صورت کامل ارائه شده است.

یکی از مهم ترین موضوع هایی که در این کتاب می توان اشاره کرد، اطلاعاتی در مورد مواد جدید و زمینه های جدید در رشد فناوری است که ممکن است برای نسل جدیدی از دانشمندان و مهندسان انگیزه بخش باشد. به این منظور پلیمرهای مهندسی به صورت کامل مورد بررسی قرار گرفته است.

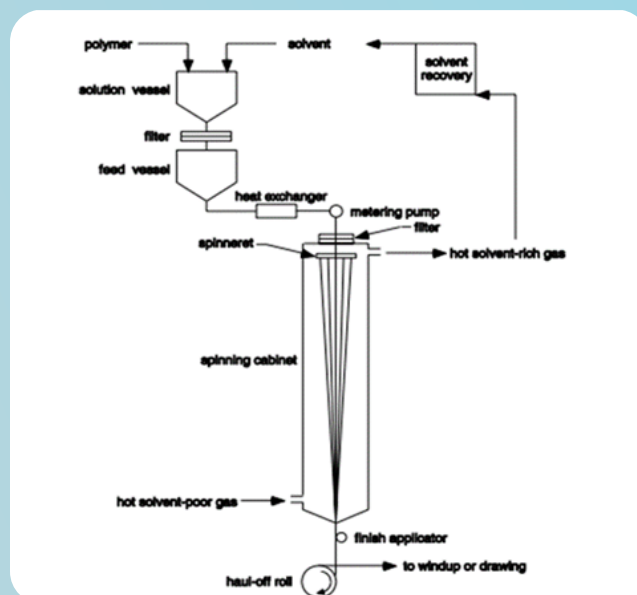


برای دسترسی به منابع بارکد زیر را اسکن کنید.



شکل ۴: ساختار مونومر بیوپلیمر (کیتین)

این کتاب با ارائه مباحث مرتبط با پلیمر پیشرفته همچون؛ مهندسی پزشکی، دارورسانی، سلول های خورشیدی و سنسورها به کتابی ارزشمند بدل شده است. همچنین فصل کاملاً جدیدی شامل بحث گسترده ای از روش های همبستگی گروهی برای پیش بینی خواص پلیمرها در ویرایش های جدیدتر مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است.



شکل ۵: پلیمر در عملیات بافندگی (فرایندی برای ریسندگی خشک الیاف مصنوعی)

به صورت جامع و کلی، این کتاب شامل مطالب مهمی چون موارد زیر است:

شیمی پلیمر: شامل ترکیبات و ساختار پلیمرها، روش های سنتز و خواص فیزیکی و شیمیایی پلیمرها می شود.

فیزیک پلیمر: بحث درباره رفتار مکانیکی پلیمرها، روش های شکست و پوسته باز کردن پلیمرها و تاثیر شرایط محیطی بر خواص و عملکرد آن ها.

۳. فناوری پلیمر: روش های فرآوری و تولید پلیمرها، مهندسی پلیمر، کاربرد در صنایع دارویی الکترونیک، بسته بندی و صنایع دیگر.

۴. پیشرفت ها و کاربردهای نوین: پلیمرهای هوشمند، نانوپلیمرها، پلیمرهای قابل بازیافت و پلیمرهای بیولوژیکی. برای اولین بار است که در یک کتاب مقدماتی پلیمر، مفاهیم و کاربردهای علم پلیمر محاسباتی از جمله دینامیک مولکولی و روش های مونت کارلو ارائه شده است.

مریم سوارانی





نشریه علمی دانشجووی

م

با محوریت پلیمر ها و بیوپلیمر ها

شماره ۲۴
پاییز ۱۴۰۲

