

گاهنامه علمی-تخصصی انجمن علمی دانشجویی دانشکده‌ی مهندسی پلیمر و رنگ



اعضا

سر دبیر: هلیا حیدری نسب

مدیر مسئول: فاطمه حاج صادقی

صفحه آرا: متین کروی

نویسندگان:

مهدی اسدی - پریا آهویی - فاطمه حاج صادقی - هلیا
حیدری نسب - هیوا زیبایی - کیان شاهمرادی - عسل
شهراسری - مهدی قاسمپور - مرضیه غلام - آذین
نوبخت - پریا نوبخت - مهرانا محالو و سید علی مظلومی

سخن سردیر

مفتخرم که اعلام کنم، نشریه پت اولین ویژه‌نامه خود را در زمینه بایوپلیمرها منتشر می‌کند.

این نشریه، نه تنها یک رسانه، بلکه یک سفر است؛ سفری به دنیای کلمات، علم و دانش. در این مسیر، ما به دنبال ایجاد فضایی پویا و خلاقانه هستیم که در آن هر صدای جدیدی شنیده شود و هر فرد فرصتی برای درخشش داشته باشد.

این نشریه، در واقع یک پل ارتباطی است میان دانش و عمل، میان ایده‌های نوین و دستاوردهای علمی. هدف ما از انتشار این نشریه، بهبود و رشد فضای علمی در حوزه پلیمرها و ایجاد بستری مناسب برای تبادل اندیشه‌ها و تجربیات است.

در دنیای امروز، توجه به مسائل زیست‌محیطی و پایداری به یکی از اولویت‌های اصلی جامعه علمی و صنعتی تبدیل شده است. به همین دلیل، نشریه پت تصمیم به انتشار ویژه‌نامه‌ای در مورد بایوپلیمرها گرفته است که به عنوان یک موضوع ویژه و حیاتی، اهمیت بسیاری دارد.

این ویژه‌نامه به بررسی آخرین دستاوردها، روش‌ها و تکنیک‌های نوین در تولید و کاربرد بایوپلیمرها اختصاص دارد. هدف از این اقدام، فراهم آوردن بستری مناسب برای تبادل نظر و اشتراک‌گذاری تجربیات پژوهشگران و متخصصان در این حوزه است. همچنین، با انتشار مقالات و تحقیقات مرتبط، تلاش می‌شود تا آگاهی جامعه علمی و صنعتی در مورد پتانسیل‌های بایوپلیمرها افزایش یابد.

به امید آنکه این ویژه‌نامه، گامی مؤثر در پیشبرد دانش و فناوری بایوپلیمرها باشد و به ایجاد آینده‌ای پایدارتر و سالم‌تر کمک کند. دعوت می‌شود تا با ما در این سفر علمی همراه شوید و با اشتراک‌گذاری نظرات و تجربیات خود، به غنای این ویژه‌نامه بیفزایید.

هلیا حیدری نسب

پاییز ۱۴۰۳

The background of the entire page is a light green color. It is decorated with numerous hexagons of various shades, including dark green, light green, yellow-green, and brown. These hexagons are scattered across the page, with some appearing in clusters and others in isolation. The text is centered on the page.

گزارش فعالیت‌های

انجمن علمی

دانشکده پلیمر و رنگ

نیمسال اول ۱۴۰۳

فعالیت های انجمن علمی دانشکده پلیمر و رنگ

مسابقه	وبینار	کلاس آموزشی	کارگاه	بازدید دانشجویی	
۰	۵	۱	۰	۱	اردیبهشت
۰	۲	۲	۱	۰	خرداد
۰	۳	۳	۰	۰	تیر
۰	۲	۲	۰	۰	مرداد
۰	۰	۱	۰	۰	شهریور
۰	۰	۱	۲	۱	مهر
۱	۳	۱	۲	۱	آبان

سری وبینارهای بسته آموزشی پلیمر و رنگ

انجمن علمی دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ برگزار می‌کند

سری وبینارهای انتخاب بسته آموزشی رنگ و پلیمر

معرفی بسته آموزشی رنگ
معرفی دروس رشته رنگ
اهداف آموزشی و پژوهشی
فرصت‌های شغلی
فعالیت‌های صنعتی



با حضور دکتر خراسانی
استاد گروه رنگ دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ دانشگاه صنعتی امیرکبیر

زمان
شنبه ۳۰ تیرماه

جهت ثبت نام @helia_hdn

انجمن علمی دانشکده مهندسی مهندسی پلیمر و رنگ برگزار می‌کند

سری وبینارهای انتخاب بسته آموزشی پلیمر و رنگ

معرفی بسته آموزشی رنگ
معرفی دروس رشته رنگ
اهداف آموزشی و پژوهشی
فرصت‌های شغلی
فعالیت‌های صنعتی



با حضور دکتر مختاری
استاد گروه رنگ دانشکده
مهندسی پلیمر و رنگ دانشگاه
صنعتی امیرکبیر

زمان
چهارشنبه ۲۷ تیرماه ۱۴۰۳
به صورت آنلاین
جهت ثبت نام با آیدی زیر در ارتباط
باشید

@adadpr

هدف این وبینارهای علمی، معرفی و بررسی بسته‌های آموزشی و پژوهشی در زمینه مهندسی پلیمر و رنگ است. به طور خاص، اهداف آن شامل موارد زیر است:

۱. آشنایی با رشته‌های آموزشی: معرفی دروس و محتوای آموزشی مرتبط با مهندسی پلیمر و رنگ.
۲. اهداف آموزشی و پژوهشی: تبیین اهداف کلی و جزئی در این حوزه‌ها و چگونگی پیشرفت در آن‌ها.
۳. فرصت‌های شغلی: ارائه اطلاعات درباره فرصت‌های شغلی موجود در صنعت پلیمر و رنگ.
۴. فعالیت‌های صنعتی: بحث درباره فعالیت‌های عملی و صنعتی که دانشجویان و فارغ‌التحصیلان می‌توانند در آن‌ها مشارکت داشته باشند.

انجمن علمی دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ برگزار می‌کند

سری وبینارهای آشنایی با بسته آموزشی پلیمر و رنگ

معرفی دروس بسته پلیمر
فرصت‌های شغلی
فرصت‌های تحصیلی
به همراه پرسش و پاسخ با دانشجویان



با حضور جناب آقای دکتر
توحیدیان
استاد گروه پلیمر دانشکده مهندسی
پلیمر و رنگ دانشگاه امیرکبیر

زمان برگزاری
چهارشنبه ۲۷ تیرماه
ساعت ۱۷
جهت اطلاعات بیشتر با آیدی
زیر در ارتباط باشید

۵. افزایش دانش تخصصی: وبینارها به شرکت‌کنندگان این امکان را می‌دهند که با جدیدترین تحقیقات و تکنولوژی‌ها در زمینه پلیمر و رنگ آشنا شوند. این اطلاعات می‌تواند به بهبود مهارت‌های علمی و عملی دانشجویان کمک کند.

۶. ایجاد ارتباطات حرفه‌ای: این رویداد فرصتی برای برقراری ارتباط با متخصصان، اساتید و هم‌تخصصان در این حوزه است. ایجاد شبکه‌های حرفه‌ای می‌تواند به تبادل اطلاعات و فرصت‌های شغلی در آینده کمک کند.

انجمن علمی دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ برگزار می‌کند

سری وبینارهای آشنایی با بسته آموزشی پلیمر و رنگ

با حضور دانشجویان برجسته گرایش پلیمر و رنگ

گفت و گو با دانشجویان برجسته گرایش رنگ

یکشنبه ۲۴ تیرماه ساعت ۱۵

با حضور مهندس آیدا میرزایی

فارغ‌التحصیل کارشناسی گرایش رنگ
رنگ و ارشد مستقیم دوره کارشناسی ارشد
تدریس در مهندسی واکنش‌های شیمیایی
استاد درس آزمایشگاه شیمی آلی

با حضور مهندس اسماء مسنی

فارغ‌التحصیل کارشناسی گرایش رنگ
کارشناسی ارشد گرایش رنگ
(رتبه ۷ کنکور رنگ)

انجمن علمی دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ برگزار می‌کند

سری وبینارهای آشنایی با بسته آموزشی پلیمر و رنگ

با حضور دانشجویان برجسته گرایش پلیمر و رنگ

با حضور مهندس سید علی مظلومی

دانش آموخته مقطع کارشناسی گرایش پلیمر
رتبه ۲ کنکور ارشد
فعال در حوزه شبیه‌سازی و مدل‌سازی

با حضور مهندس محمد بابایی

دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر گرایش فراروش ارشد مستقیم
تدریس یار درس مبانی رنولوژی

با حضور مهندس مرصاد جوهری

دانش آموخته کارشناسی ارشد گرایش رنگ
فعال حوزه صنعتی
حییر سابق انجمن علمی

جهت ثبت نام
@helia_hdn

۷. تشویق به نوآوری: با ارائه مباحث نوین و چالش‌های موجود در صنعت پلیمر و رنگ، شرکت‌کنندگان تشویق می‌شوند تا به تفکر خلاق و نوآورانه بپردازند و راه‌حل‌های جدیدی برای مسائل موجود پیدا کنند.

۸. تقویت مهارت‌های عملی: وبینارها می‌توانند شامل کارگاه‌های عملی و نمایش‌های زنده باشند که به دانشجویان این امکان را می‌دهند تا مهارت‌های عملی خود را در محیطی واقعی تقویت کنند.

۹. آشنایی با فرصت‌های شغلی: متخصصان و فارغ‌التحصیلان موفق در این وبینار می‌توانند تجربیات خود را در مورد بازار کار و فرصت‌های شغلی در صنعت پلیمر و رنگ به اشتراک بگذارند.

۱۰. ترویج فرهنگ یادگیری مداوم: این وبینارها به دانشجویان و حرفه‌ای‌ها یادآوری می‌کند که یادگیری یک

انجمن علمی دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ دانشگاه صنعتی امیرکبیر برگزار می‌کند

سری وبینارهای آشنایی با بسته آموزشی پلیمر و رنگ

با حضور دانشجویان برجسته گرایش رنگ و پلیمر

دکتر مسعود توکل

دانشجوی دکتری رشته پلیمر
دانشجوی کارشناسی ارشد گرایش پلیمریاسیون
دانشجوی ارشد مستقیم و دکترا مستقیم
نویسنده مقالات ISI

مهندس شهزاد نجفی

کارشناسی گرایش رنگ
ارشد مستقیم گرایش رنگ
عضو پیشین انجمن علمی، سردبیر
پیشین نشریه پت
عضو استارت‌آپ اوج در مرکز نوآوری
نویسنده مقالات ISI

زمان برگزاری: یکشنبه ۲۴ تیر ماه

ساعت ۱۷

آیدی ثبت نام:
@helia_hdn

فرآیند مستمر است و باید به‌روز بودن در دانش و مهارت‌های خود را جدی بگیرند

سری وبینارهای آموزشی

هدف این کارگاه آموزشی لینکدین، ارتقاء مهارت‌های شرکت‌کنندگان در استفاده از این شبکه اجتماعی حرفه‌ای است. به طور خاص، اهداف آن شامل موارد زیر است:

۱. آشنایی با لینکدین: معرفی امکانات و ضرورت استفاده از این پلتفرم برای حرفه‌ای‌ها.
۲. ساخت اکانت و پروفایل: آموزش نحوه ایجاد و بهینه‌سازی اکانت و پروفایل شخصی.
۳. فعالیت مؤثر: ارائه راهکارهایی برای فعالیت مؤثر در لینکدین و شبکه‌سازی با دیگر حرفه‌ای‌ها.
۴. افزایش فرصت‌های شغلی: کمک به شرکت‌کنندگان برای بهره‌برداری بهتر از لینکدین به منظور یافتن فرصت‌های شغلی و ارتباطات حرفه‌ای.

این کارگاه به شرکت‌کنندگان کمک می‌کند تا از لینکدین به عنوان ابزاری کارآمد برای پیشرفت شغلی خود استفاده کنند.



انجمن علمی دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ برگزار می‌کند

کارگاه آموزشی

LinkedIn

سرفصل‌ها
معرفی لینکدین، امکانات و ضرورت آن
نحوه ساخت اکانت
بهینه‌سازی پروفایل
نحوه فعالیت مؤثر در لینکدین

مدرس
علیرضا صمدی
زمان
پنج شنبه ۱۱ مرداد
به صورت مجازی

دانش آموخته کارشناسی مهندسی پلیمر از دانشگاه امیرکبیر
کارشناس تحقیق و توسعه بازار در حوزه پتروشیمی
بنیانگذار استارت‌آپ کمکسترا (ChemExtra.ir)
بروز بازدهمین مسابقه ملی نانو
عضو شبکه مدرسین فناوری نانو

جهت ثبت نام @pca_admin

هدف وبینار آشنایی با کنکور کارشناسی ارشد در رشته مهندسی پلیمر و رنگ، افزایش دانش تخصصی شرکت‌کنندگان است. این وبینار فرصتی برای آشنایی با جزئیات کنکور، سرفصل‌های درسی، منابع مطالعاتی و استراتژی‌های موفقیت فراهم می‌کند.

ایجاد ارتباطات حرفه‌ای نیز از دیگر اهداف است که به دانشجویان کمک می‌کند با افراد حرفه‌ای و اساتید دانشگاهی ارتباط برقرار کنند و فرصت‌های همکاری را شناسایی کنند.

تشویق به نوآوری با معرفی جدیدترین روندها و فناوری‌ها، تقویت مهارت‌های عملی از طریق مثال‌ها و تجربیات واقعی، و آشنایی با فرصت‌های شغلی در صنعت پلیمر و رنگ نیز از دیگر جنبه‌های مهم وبینار به شمار می‌روند.

در نهایت، ترویج فرهنگ یادگیری مداوم با تاکید بر اهمیت به‌روز بودن در



انجمن علمی دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ دانشگاه صنعتی امیرکبیر برگزار می‌کند

وبینار آشنایی با کنکور ارشد مهندسی پلیمر و رنگ

با حضور جناب آقای دکتر ایمان صاحبی
رتبه ۱ ارشد و ۱ دکترا
با سابقه ۵ سال تدریس
موسس جهش نوین پلیمر ایرانیان
زمان پنج شنبه ۲۸ تیرماه
به صورت آنلاین
آیدی جهت ثبت نام @adadpr

زمینه‌های علمی و صنعتی، هدف کلیدی این وبینار است.

هدف این وبینار آموزش و آشنایی شرکت کنندگان با نرم افزارهای Mendeley و Endnote است که ابزارهای کلیدی برای مدیریت منابع علمی و ارجاع دهی محسوب می شوند.

۱. آموزش مهارت های مدیریت منابع: شرکت کنندگان با نحوه جستجو و مدیریت منابع علمی در پایگاه های مختلف آشنا می شوند.

۲. تسهیل در نگارش مقالات و پایان نامه ها: با یادگیری استفاده از نرم افزارهای Mendeley و Endnote، شرکت کنندگان می توانند به راحتی منابع خود را مدیریت و به متن های خود ارجاع دهند.

۳. افزایش دقت و کارایی: استفاده از این نرم افزارها به دانشجویان و محققان کمک می کند تا به طور دقیق و سریع تر به منابع خود دسترسی پیدا کنند و در نتیجه کیفیت کارهای علمی خود را ارتقا دهند.

۴. توسعه ارتباطات علمی: این وبینار فرصتی برای برقراری ارتباط با دیگر دانشجویان و محققان فراهم می آورد که می تواند به تبادل دانش و تجربیات منجر شود.



انجمن علمی دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ برگزار می کند

دانشجو کارشناسی ارشد خوردگی و حفاظت از مواد دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

عضو انجمن آموزش مهندسی ایران ISEE

عضو انجمن خوردگی ایران ICA

دارای سابقه تدریس نرم افزارهای پژوهشی در دانشگاه های کشور

مدرس: محمد مهرداد

دوره آموزشی نرم افزار Mendeley Endnote

سرفصل های دوره نرم افزار:

- آشنایی و اهمیت مدیریت منابع علمی
- آشنایی با نرم افزارهای مدیریت منابع علمی و جستجو در پایگاه های علمی داخلی و خارجی
- بررسی جایگاه مدیریت منابع در مقالات و پایان نامه ها
- آموزش محیط نرم افزار
- استخراج منابع از پایگاه های علمی در کتابخانه نرم افزار
- آشنایی با ارجاع و زبانه Endnote و افزونه mendeley در برنامه word
- درج منابع در متن اصلی و در انتهای متن
- آشنایی با سبک های مدیریت نگارشی منابع در ژورنال های داخلی و خارجی

زمان برگزاری: ۲۸ و ۲۹ تیرماه

هزینه ثبت نام: ۱۰۰ هزار تومان

EN MENDELEY

انجمن علمی دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ برگزار می کند

سری وبینارهای

polyabroad

گفت و گو با مهندس امیر مالیر

دانش آموخته کارشناسی مهندسی پلیمر دانشگاه امیرکبیر
دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر دانشگاه امیرکبیر
ارشد مستقیم
دانشجوی دکتری دانشگاه بریتیش کلمبیا
تدریس یار دروس مهندسی فرآیند شکل دهی پلیمرها و مهندسی خواص پلیمرها
نویسنده مقالات ISI

**گفت و گو و بیان تجربیات
بررسی مسیر تحصیلی
پرسش و پاسخ با
دانشجویان**

زمان
شنبه 30 تیرماه ساعت 21

آیدی ثبت نام @pca_admin

انجمن علمی دانشکده
پلیمر و رنگ امیرکبیر
برگزار می کند:

POLY ABROAD

گفت و گو با دانش آموختگان برتر مهندسی پلیمر و چگونگی موفقیت در
مسیر تحصیلی

زمان:
پنجشنبه 17 آبان ماه 1403
ساعت 6 عصر
به صورت مجازی

ثبت نام از طریق:
@pca_Admin

هزینه ثبت نام:
20 هزار تومان

گفت و گو با:
دکتر مهدی حسینی
دانش آموخته مهندسی
پلیمر و مهندسی پزشکی
دانشگاه امیرکبیر

- کارشناسی ارشد مهندسی زیستی و بیوتکنولوژی
- دانشگاه EPFL سوییس
- دارای مدرک دکتری از Georgia Tech
- استادیار دانشکده مهندسی پزشکی دانشگاه کالیفرنیا در
- لس آنجلس UCLA
- استادیار دانشگاه کورنل Cornell
- چاپ بیش از 90 مقاله در مجلات معتبر
- دارای 14 ثبت اختراع در کشور آمریکا

انجمن علمی دانشکده
مهندسی پلیمر و رنگ
برگزار می کند

وبینار آموزشی

**نگاهی بر رویکرد نادرست به یادگیری زبان در فرایند
آمادگی برای آزمون تافل و آیلتس**

با حضور جناب آقای دکتر یحیی علم
کارشناسی ادبیات انگلیسی از دانشگاه تهران
کارشناسی ارشد ادبیات انگلیسی از دانشگاه
تهران
دکتری ادبیات انگلیسی از دانشگاه تهران
استاد مدعو دانشگاه تهران
تدریس دوره های تخصصی تافل به مدت 11 سال

زمان
شنبه 27 مرداد ساعت
15
هزینه ثبت نام 60 تومان

آیدی جهت ثبت نام @Alireza_5151

وبینارهای آموزشی که در این تصاویر معرفی شده اند، به بررسی روش ها و رویکردهای یادگیری زبان و به آمادگی برای آزمون های تافل و آیلتس می پردازد. هدف این وبینار، ارائه نکات و راهکارهایی برای بهبود یادگیری زبان آموزان و آماده سازی آنها برای آزمون های بین المللی است.

انجمن علمی دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ دانشگاه امیرکبیر
برگزار میکند

کارگاه آموزشی نرم افزار EXCEL

آنلاین

با ارائه گواهی از دانشگاه امیرکبیر

شنبه
۱۳ مردادماه از ساعت ۱۹ الی ۲۱

شهریه: ۵۰ هزار تومان
دانشجویان دانشگاه امیرکبیر با تخفیف ۱۰۰ هزار تومان

با ارائه ویدیو از کلاس

سرفصل های آموزشی

- مقدمه نرم افزار اکسل
- ساخت جداول
- کار با کاربرگ ها
- نمودار، تصاویر، اشکال
- فرمول ها و توابع پرکاربرد در اکسل
- ساخت پیش فاکتور
- شخصی سازی و چاپ

اطلاعات بیشتر و ثبت نام
adadpr

در تلگرام id بالا را سرچ نمایید

انجمن علمی دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ دانشگاه امیرکبیر
برگزار میکند

کارگاه آموزشی ساخت پاورپوینت

آنلاین

با ارائه گواهی از دانشگاه امیرکبیر

۷ ۹ ۶ مردادماه از ساعت ۱۹ الی ۲۱

شهریه: ۲۰۰ هزار تومان
دانشجویان دانشگاه امیرکبیر با تخفیف ۱۵۰ هزار تومان

با ارائه ویدیو از کلاس

سرفصل های آموزشی

- مقدمه نرم افزار پاورپوینت آفیس
- ساخت اسلایدها (متن ، صدا ، تصویر ، نمودار)
- موشن گرافیک در پاورپوینت
- نمایش و خروجی گرفتن از پاورپوینت
- ساخت پاورپوینت با هوش مصنوعی
- ساخت پاورپوینت در کانوا
- تولید محتوا و عکس با هوش مصنوعی

اطلاعات بیشتر و ثبت نام
adadpr

در تلگرام id بالا را سرچ نمایید

انجمن علمی دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ دانشگاه امیرکبیر
برگزار میکند

کارگاه آموزشی نرم افزار WORD

آنلاین

با ارائه گواهی از دانشگاه امیرکبیر

یکشنبه
۱۴ مردادماه از ساعت ۱۹ الی ۲۱

شهریه: ۱۵۰ هزار تومان
دانشجویان دانشگاه امیرکبیر با تخفیف ۱۰۰ هزار تومان

با ارائه ویدیو از کلاس

سرفصل های آموزشی

- مقدمه نرم افزار ورد
- جدول ، عکس ، نمودار
- صفحه آرایی (شماره گذاری ، فصل بندی)
- فهرست
- رفرنس دهی
- فرمت بندی
- ویراستاری

اطلاعات بیشتر و ثبت نام
adadpr

در تلگرام id بالا را سرچ نمایید

هدف این سه کارگاه آموزشی ارتقاء مهارت های کامپیوتری شرکت کنندگان در نرم افزارهای Excel، Word و PowerPoint است تا آنها بتوانند به صورت مؤثرتر از این ابزارها در تحلیل داده ها، طراحی ارائه ها و نوشتن متون استفاده کنند.

هدف این دوره آموزشی مقدماتی پایتون، ارتقاء مهارت های برنامه نویسی شرکت کنندگان در زبان پایتون است تا شرکت کنندگان بتوانند با مفاهیم پایه ای مانند نصب نرم افزار، کار با متغیرها، توابع، و اصول برنامه نویسی شیء گرا آشنا شده و از این مهارت ها در پروژه های عددی و داده کاوی استفاده کنند.

انجمن علمی دانشکده پلیمر و رنگ دانشگاه صنعتی امیرکبیر برگزار می کند:

دوره پایتون مقدماتی

مدرس:
مهندس رضا رجبی

دانشجوی دکتری عمران
مدرس برقرارهای مهندسی

سرفصل های دوره:

- تشریح اصول اولیه پایتون شامل کار با متغیرها، لیست ها، دیکشنری ها، تاپل ها، شرط ها، حلقه ها
- while و توابع ورودی کاربر و کار با فایل ها
- تشریح کتابخانه numpy به منظور کار با آرایه ها
- کار با کتابخانه sympy به منظور انجام محاسبات سمبولیک (symbolic)
- کار با کتابخانه pandas به منظور مدیریت ساختارهای داده (داده ساختارها) پیچیده و بزرگ
- کار با کتابخانه matplotlib جهت ترسیم نمودارهای مختلف
- کار با کلاس ها و برنامه نویسی شیء گرا
- تشریح مباحث مربوط به ارثی و سایر مطالب مرتبط با برنامه نویسی شیء گرا

زمان برگزاری:

۲، ۷، ۱۴، ۱۶، ۲۱، ۲۲ و ۲۷ آبان ماه

هزینه ثبت نام:

دانشجویان دانشکده پلیمر و رنگ: ۲۰۰ هزار تومان
دانشجویان دانشگاه امیرکبیر: ۲۲۰ هزار تومان
سایر: ۲۵۰ هزار تومان

@adadpr

انجمن علمی دانشکده پلیمر و رنگ دانشگاه صنعتی امیرکبیر برگزار می کند:

دوره اسپن پلیمر پلاس مقدماتی

مدارس: **مهندس مهدی دشتیانی**
کارشناسی مهندسی پلیمر دانشگاه تهران
 دانشجوی دکتری شیمی پلیمر در امریکاییان دانشگاه صنعتی امیرکبیر
 رتبه ۱۱ کنکور سراسری کارشناسی ارشد ۱۳۹۲
 مهندس فرید شکرک مشاوری عضو و کارپرداز ارشد
 دارای مقالات در زمینه شبیه سازی فرایندهای پلیمریزاسیون

زمان برگزاری:
 ۷ و ۸ شهریور ماه
 به صورت مجازی

سرفصل های دوره:

- آشنایی و مقدمه ای بر کاربرد اسپن پلیمر پلاس در مهندسی پلیمر و شیمی
- مقدمه ای بر اطلاعات مورد نیاز برای انجام شبیه سازی فرایندهای پلیمریزاسیون
- آشنایی با محیط نرم افزار و قابلیت های نرم افزار
- آموزش بدست آوردن نمودار های تخصصی
- بهینه سازی
- سه مثال شبیه سازی پلیمریزاسیون رادیکالی (در محیط های مختلف) و تحلیل نتایج

✓ اعطای مدرک معتبر از سوی انجمن علمی
 ✓ مناسب برای دانشجویان مهندسی پلیمر، شیمی و شاعلمین در صنعت پتروشیمی

هزینه ثبت نام:
 دانشجویان دانشگاه امیرکبیر: ۲۵۰ هزار تومان
 دانشجویان دانشگاه تهران: ۲۷۵ هزار تومان
 سایر: ۳۰۰ هزار تومان

@adadpr

انجمن علمی مهندسی شیمی و پلیمر دانشگاه صنعتی امیرکبیر برگزار میکند:

شبیه سازی فرآیند در ASPEN HYSYS با تمرکز بر صنایع پلیمری

مدیر: **مهندس احمد رضا محمدبیگی**
دانشجوی دکتری دانشگاه امیرکبیر
 تدریس در دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه امیرکبیر

12 ساعت

دوشنبه ها و سه شنبه ها
 ساعت 19 الی 21

شروع دوره: 5 شهریور
پایان دوره: 20 شهریور

با اعطای مدرک معتبر از سمت دانشگاه صنعتی امیرکبیر

هدف دوره های آموزشی ASPEN HYSYS و پایتون، ارتقاء مهارت های تخصصی شرکت کنندگان در زمینه شبیه سازی فرآیندها و برنامه نویسی است. این دوره ها به شرکت کنندگان کمک می کنند تا با مفاهیم و ابزارهای مورد نیاز در صنایع مرتبط آشنا شوند و توانایی های خود را در استفاده از نرم افزارهای تخصصی و زبان برنامه نویسی افزایش دهند.

انجمن علمی دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ دانشگاه صنعتی امیرکبیر برگزار می کند:

کارگاه مقاله نویسی ISI

مدرس: **دکتر ندا عطازاده**
دکترای دانشگاه شهید بهشتی
 پسادکترای دانشگاه خوارزمی
 عضو هیئت علمی دانشگاه
 داور مجلات معتبر ملی و بین المللی

زمان:
 ۱۷ و ۱۶ شهریور ماه
 از ساعت ۸:۳۰ تا ۱۷:۰۰
 هر روز یکشنبه
 برای دانشجویان دانشگاه امیرکبیر: ۳۰۰ هزار تومان
 برای سایر متقاضیان: ۳۲۰ هزار تومان
 ثبت نام و اطلاعات بیشتر

@adadpr

انجمن علمی دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ برگزار می کند:

دوره آموزشی نرم افزار chemdraw

سرفصل های آموزشی:
 معرفی جامع نرم افزار
 آموزش طراحی واکنش های شیمیایی
 آموزش طراحی ساختارهای شیمیایی
 آموزش استفاده از پایگاه داده نرم افزار
 آموزش طراحی ساختارهای زیستی

مدیر:
امیررضا ولی تبار
دانشجوی کارشناسی رشته شیمی محض
 دانشگاه مازندران

زمان:
 پنجم مرداد ماه ساعت به صورت آنلاین

هزینه:
 ۴۰ هزار تومان
 با اعطای گواهی رسمی

آیدی جهت ثبت نام
 @adadpr

بازدیدهای علمی

انجمن علمی دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ برگزار میکند

بازدید از کارخانه دلپذیر

به همراه پذیرایی صبحانه و ناهار و
پک هدیه شرکت دلپذیر

زمان: 21 آبان 1403
هزینه ثبت نام: 80 هزار تومان

برای ثبت نام و اطلاعات بیشتر به ایدی زیر پیام دهید
@Alireza_5151





کسب و کار جهانی

وزارت صنعت، معدن و تجارت

جمهوری اسلامی ایران

18

هجدهمین نمایشگاه بین‌المللی
ایران پلاست
IRAN PLAST

THE 18th INTERNATIONAL EXHIBITION OF
PLASTICS, RUBBER, MACHINERY & EQUIPMENT
06-11 SEPTEMBER 2024 TEHRAN INTERNATIONAL PERMANENT FAIRGROUND
۱۸ الی ۲۱ شهریورماه ۱۴۰۳
محل دائمی نمایشگاه‌های بین‌المللی تهران

WWW.IRANPLAST.IR




انجمن علمی دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ برگزار می‌کند:

بازدید از
پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

و مشارکت در آیین نکوداشت استاد فرزانه
دکتر فراهرز افشار طارمی

سه‌شنبه ۲۵ اردیبهشت ۱۴۰۳
از ساعت ۸ صبح به همراه پذیرایی

هزینه ثبت نام: ۵۰ هزار تومان
جهت ثبت نام و کسب اطلاعات بیشتر با ما
در ارتباط باشید: @adadpr





انجمن علمی دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ برگزار میکند

بازدید دانشجویی از گروه کارنجات
صنایع غذایی گلرنگ کارنجات
صنعتی اکتیو و نانسی

هزینه ثبت نام: ۱۰۰ هزار تومان

زمان بازدید: ۷ آبان ماه

کارخانه اکتیو

گروه غذایی گلرنگ

کارخانه نانسی

@Alireza_5151







کمپین **POLY ECO** که توسط انجمن پلیمر و رنگ دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ برگزار می‌شود، به هدف ترویج حفاظت از محیط زیست و کاهش آلودگی‌های ناشی از زباله‌های پلاستیکی طراحی شده است.

اهداف و فعالیت‌های کمپین:

۱. کاهش زباله‌های پلاستیکی: این کمپین با شعار "هر درب بطری یک درخت" به دنبال جمع‌آوری درب‌های بطری‌های پلاستیکی است. به ازای هر درب جمع‌آوری شده، یک درخت کاشته می‌شود. این اقدام به کاهش زباله‌های پلاستیکی و افزایش فضای سبز کمک می‌کند.
۲. آگاهی‌بخشی: برگزاری دوره‌های آموزشی و کارگاه‌ها برای آشنایی بیشتر دانشجویان و عموم مردم با موضوعات مرتبط با محیط زیست و روش‌های کاهش مصرف پلاستیک.

۳. تشویق به مشارکت اجتماعی: این کمپین به دنبال ایجاد حس مسئولیت‌پذیری در افراد نسبت به محیط زیست و تشویق آن‌ها به شرکت در فعالیتهای حفاظتی است.

۴. ترویج فرهنگ بازیافت: با جمع‌آوری درب‌های بطری و کاشت درخت، این کمپین به ترویج فرهنگ بازیافت و استفاده مجدد از مواد کمک می‌کند.

فهرست مطالب

۵۴

مقالات تخصصی

۵۳

اخبار

۶۱

کنفرانس

۶۴

معرفی‌ها

۸۸

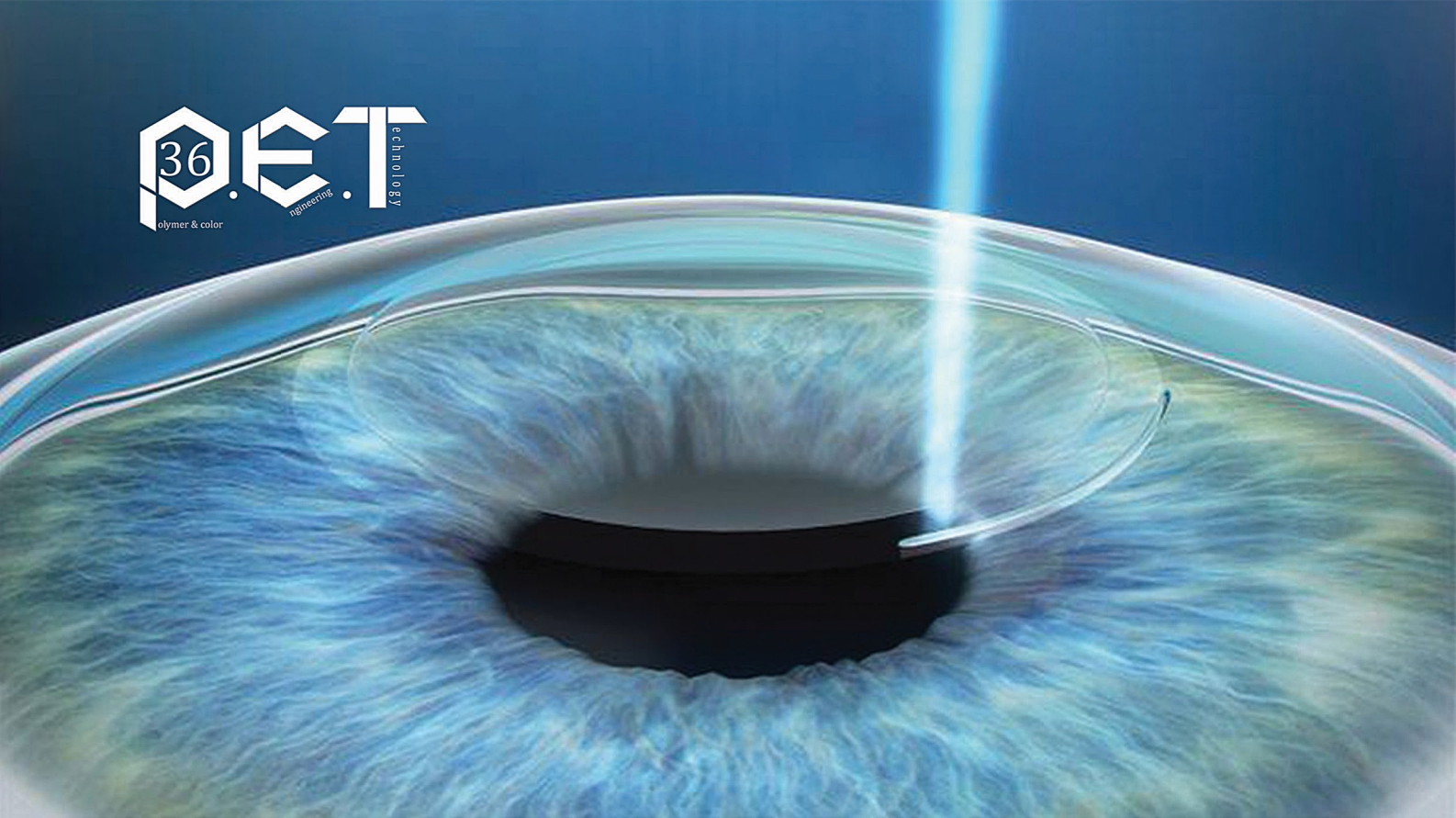
مصاحبه

۱۰۲

چالش علمی

مقالات تخصصی





با یوپلیمرها در درمان بیماری‌ها (لنزهای داخلی چشم)

◀ عسل شهراسری asal.divanshahrasari@gmail.com

چکیده

لنز تماسی یک وسیله نوری است که بر روی قرنیه چشم به گونه‌ای قرار می‌گیرد که لنز در طول پلک زدن بر روی سطح چشم باقی می‌ماند. هدف اصلی از پوشیدن یک لنز تماسی، اصلاح نواقص بینایی است؛ در این کاربرد، آن‌ها لنزهای آرایشی نامیده می‌شوند. لنزهای تماسی همچنین می‌توانند از نظر پزشکی برای درمان بیماری‌های خاص مورد استفاده قرار گیرند. در چنین مواردی به آن‌ها لنزهای درمانی یا بانداز گفته می‌شود. محدوده لنزهای تماسی از سخت تا نرم است. لنزهای سخت عمدتاً شامل پلی (متیل متاکریلات) (PMMA)^۱ بوده و برای اکسیژن غیرقابل نفوذ هستند. لنزهای سخت و نیمه سخت که نسبت به اکسیژن نفوذپذیر هستند، از کوپلیمرهای سیلوکسان^۲ و آکریل^۳ و لنزهای انعطاف‌پذیر و نفوذپذیر نسبت به اکسیژن از سیلیسین‌ها ساخته شده‌اند. لنزهای تماسی نرم از پلیمرهایی که مقادیر زیادی آب جذب می‌کنند تا به هیدروژل‌ها تبدیل شوند، تهیه می‌شوند. لنزهای آب‌گریز سخت و نرم به یک لایه اشک نسبتاً ضخیم بین سطح عقبی خود و قرنیه چشم نیاز دارند. لنزهای هیدروژل نرم از نزدیک به قرنیه با یک لایه اشک تنها ضخامت مویرگی بین لنز و سطح قرنیه می‌چسبند. با هر نوع لنز تماسی، سطح قرنیه باید همیشه مرطوب و اکسیژن‌دار باشد تا شفاف و سالم بماند.

¹ Poly (methyl methacrylate)

² Siloxane

³ Acryle



قرنیه یک بافت بدون رگ با متابولیسم هوایی فعال است. اکسیژن سطح قرنیه به طور معمول از طریق فیلم اشکی که اکسیژن را برای اپیتلیوم^۴ قرنیه تامین می کند، انجام می شود. هنگامی که پلک ها بسته می شوند، اکسیژن توسط مویرگ های خونی ملتحمه پلکی (بخش عقبی پلک ها) به سطح قرنیه تامین می شود. هنگامی که سطح قرنیه از اکسیژن محروم می شود، گلیکوژن اپیتلیوم کاهش می یابد و تولید اسید لاکتیک در نتیجه گلیکولیز بی هوایی افزایش می یابد. سپس قرنیه متورم و سطح آن مه آلود می شود. بنابراین، با هر نوع لنز تماسی، اختلال در تامین O_2 به سطح قرنیه باید به وسیله تبادل اشک غنی از اکسیژن زیر لنز، با نفوذ اکسیژن از میان لنز، یا توسط هر دو به حداقل برسد [۲]

مقدمه

در تعامل هستند به ایجاد مشکلات جدی مانند عفونت، سمیت، رد شدن ماده کاشته شده در بدن، یا دیگر عوارض جانبی نمی انجامند. مواد زیستی پلیمری پیشرفته امروزی به طور معمول برای انتقال دارو و ژن، مهندسی بافت، پزشکی بازساختی، اعضای مصنوعی، کاربردهای چشمی، دریچه ها و شریان های قلب، ترمیم زخم و استخوان، تصویربرداری زیستی و بسیاری کاربردهای دیگر استفاده می شوند. تعدادی از مواد پلیمری برای درمان آسیب ها و بیماری های چشمی، تشخیص های پزشکی با پایش علائم حیاتی چشم، و بهبود بینایی طراحی و آزمایش شده اند. چشم اگرچه نسبتاً کوچک است، اما دارای قسمت های مختلفی مانند قرنیه، صلبیه، لنز، بدن مژگانی، جسم زجاجیه، شبکیه و عصب بینایی است (شکل ۱). علاوه بر این، ترکیب، خواص و عملکردهای این قسمت های اساسی چشم به طور بنیادی متفاوت است. به همین دلیل، جایگزینی این قسمت ها نیازمند مواد مخصوصی است که باید نیازهای خاصی مانند شفافیت مورد نظر، ویسکوزیته، محتوای

استفاده از مواد پلیمری برای طیف گسترده ای از کاربردهای زیست پزشکی مورد بررسی قرار گرفته است و بسیاری از سیستم های پلیمری به طور خاص برای استفاده در بدن انسان طراحی شده اند. مواد زیستی طبیعی که از حیوانات یا گیاهان تولید یا استخراج می شوند، مانند کلاژن، ژلاتین، سلولز، اسید هیالورونیک، کیتوسان و سیکلودکسترین^۵، به طور گسترده ای در کاربردهای زیست پزشکی استفاده می شوند. با این حال، با پیشرفت های حاصل شده در روش های سنتز معاصر و معماری های مولکولی، پلیمرهای مصنوعی اغلب ترجیح داده می شوند. علیرغم برتری در زیست سازگاری، پلیمرهای طبیعی عموماً سیستم هایی ثابت با خواص تعریف شده هستند و کاربردهای خاص در بدن انسان نیازمند مواد زیستی با خواص مکانیکی، حرارتی، نوری یا الکتریکی ویژه است. به طور کلی پلیمرهای زیست سازگار (طبیعی یا مصنوعی) وقتی با موجودات زنده، مانند پروتئین ها، سلول های زیستی، خون، و بافت ها و اندام های انسانی

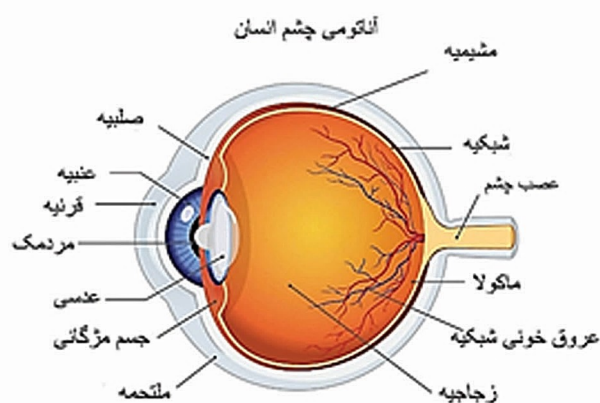
^۴Epithelium: a type of body tissue that forms the covering on all internal and external surfaces of the body.

^۵Cyclodextrin



کوچک است، اما عضوی بسیار پیچیده می‌باشد. اشعه‌های نور از طریق قرنیه شفاف وارد چشم می‌شوند. قدرت انکساری قرنیه (تقریباً ۱.۳۴) باعث می‌شود نور خم شده و از طریق مردمک، که در مرکز عنبیه قرار دارد، عبور کند. عنبیه مانند دیافراگم دوربین عمل می‌کند؛ در اتاق تاریک، عنبیه گشاد می‌شود و مردمک باز می‌شود تا نور بیشتری وارد چشم شود. در نور خورشید روشن، عنبیه منقبض می‌شود و مردمک کوچک‌تر می‌شود تا نور کمتری وارد چشم شود. عدسی چشم (با ضریب انکساری تقریباً ۱.۴۰) یک جسم شفاف و دوطرفه است که ۲۰-۱۵ دیوپتر^۶ قدرت انکساری همگرا به چشم می‌دهد. دیوپتر واحدی از قدرت انکساری است و معکوس فاصله کانونی عدسی است. مثلاً، یک عدسی با فاصله کانونی ۵۰ میلی‌متر دارای ۲۰ دیوپتر است. به عبارت دیگر، عدسی داخل چشم جهت اشعه‌ها را به اندازه‌ای تغییر می‌دهد که اشعه‌ها به سمت یک نقطه مشترک روی شبکیه همگرا شوند. شبکیه تمام اشعه‌های نور را دریافت کرده و از طریق سلول‌های فوتورسپتور به نام میله‌ها و مخروط‌ها اشعه‌ها را به ایمپالس‌های الکتریکی تبدیل می‌کند. مخروط‌ها مسئول جزئیات دقیق، نور روشن و رنگ‌ها هستند، در حالی که سلول‌های میله‌ای به دید محیطی و دید در شب کمک می‌کنند. هنگامی که نور به میله‌ها و مخروط‌ها برخورد می‌کند، سلول‌های مربوطه فعال شده و ایمپالس‌های عصبی را ارسال می‌کنند که از طریق عصب بینایی به مغز منتقل می‌شوند. لوب پس‌سری مغز اطلاعات ارسالی از چشم را پردازش می‌کند تا به صورت یک تصویر

آب یا ضریب شکست را علاوه بر زیست‌سازگاری، برآورده کند.



شکل ۱. آناتومی چشم انسان [۱]

در این بررسی، هدف ما این است که مواد پلیمری را که برای کاربردهای سطح چشم و داخل چشمی در حال توسعه هستند، برجسته کنیم. با لنزهای تماسی به عنوان اصلاح روزانه دید و الکترونیک پوشیدنی شروع کرده و با کاربرد به عنوان قرنیه و صلبیه ادامه می‌دهیم. سپس تکامل سیستم‌های پلیمری برای کاربردهای لنز داخل چشمی را مورد بحث قرار داده و با جایگزین‌های زجاجیه پلیمری نتیجه‌گیری می‌کنیم [۱].

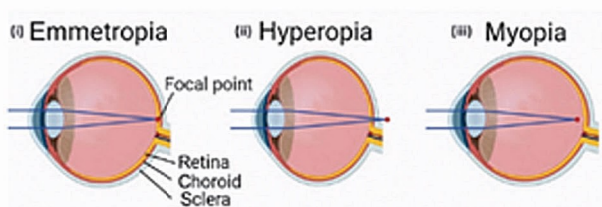
آناتومی و فیزیولوژی چشم

چشم انسان عضوی است که مسئول بینایی می‌باشد. چشم، عصب بینایی و مغز با هم کار می‌کنند تا اشعه‌های نور را به تصویر تبدیل کنند. با اینکه چشم

^۶ Dioptr



و عدسی داخل کیسه کپسولی قوی تر می شود. افزایش قدرت نوری عدسی به دلیل افزایش ضخامت محوری عدسی، کاهش قطر عدسی و افزایش انحنا در سطوح قدامی و خلفی عدسی است (شکل ۲) [۱].



شکل ۲. خطاهای انعکاسی چشم [۱]

مواد پلیمری برای کاربردهای سطح چشمی

الف) لنزهای تماسی (CLs)^{۱۲}

لنزهای تماسی (CLs) علاوه بر تصحیح خطاهای انکساری و فراهم کردن جایگزینی برای عینک ها، در کاربردهای مختلفی مانند آزادسازی کنترل شده دارو، درمان نقص های قرنیه و ترمیم زخم پس از جراحی توسعه یافته اند. مواد پلیمری مورد استفاده در لنزهای تماسی نسل بعدی و حسگرهای لنز تماسی به طور گسترده ای بررسی شده اند. این لنزها با ویژگی هایی همچون رطوبت پذیری بیشتر، جلوگیری از چسبیدن باکتری ها، فعالیت درمانی و تشخیص بیماری های چشمی طراحی شده اند. دو نوع اصلی لنزهای تماسی وجود دارد: لنزهای سخت و نرم

دیده شود. لوب آهیانه ای به توانایی های فضایی-بصری مانند حرکت، هدایت و درک عمق کمک می کند که به افراد در شناخت و تطبیق با محیط اطرافشان کمک می کند. لوب گیجگاهی که مسئول حافظه است، به تصویر معنی می بخشد. قدرت انکساری چشم توسط قرنیه (۴۰ دیوپتر)، عدسی (۲۰-۱۵ دیوپتر) و طول محوری چشم (به طور متوسط ۲۳.۳ میلی متر) تعیین می شود. بنابراین، چشم انسان به طور متوسط حدود ۶۰ دیوپتر قدرت انکساری همگرا فراهم می کند. وقتی قدرت انکساری قرنیه، قدرت عدسی و طول محوری چشم متعادل شوند، اشعه ها دقیقاً روی شبکیه متمرکز می شوند و دید کامل (امتروپیا)^۷ حاصل می شود. چشم های امتروپیک در آزمون اسنلن^۸ نمره ۲۰/۲۰ دارند. چشمی که قدرت کمتری دارد، نور را پشت شبکیه متمرکز می کند و دچار دوربینی (هایپروپیا)^۹ است. برعکس، چشمی که قدرت انکساری زیادی دارد، نور را جلوی شبکیه متمرکز می کند و نزدیک بین (میوپییا)^{۱۰} است. آستیگماتیسم یک نقص در قرنیه یا عدسی است که در آن قدرت انکساری در یک محور با قدرت انکساری محورها دیگر متفاوت است. فرایند تطابق به چشم انسان اجازه می دهد که قدرت نوری خود را با تغییر شکل عدسی تغییر دهد و به این ترتیب افراد بتوانند اشیای نزدیک را ببینند. تطابق به عنوان افزایش قدرت دیوپتریک^{۱۱} چشم تعریف می شود. وقتی یک چشم سالم و جوان روی یک شیء نزدیک تمرکز می کند، ماهیچه های مژگانی داخل چشم منقبض می شوند، زونول ها شل می شوند

^۷ Ametropia

^{۱۰} Myopia

^۸ Snellen

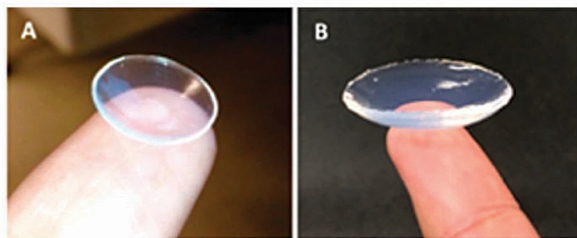
^{۱۱} Dioptic

^۹ Hyperopia

^{۱۲} Contact Lenses



مسدود کننده UV برای محافظت در برابر اشعه ماوراء بنفش توسعه یافته‌اند (شکل ۳) [۱].



شکل ۳. شکل لنز تماسی هیدروژل PVA تقویت شده با نانوسلولز (A) و هیدروژل کیتوسان (B) [۱]

ب) ترمیم قرنیه و صلبیه

قرنیه یک جزء شفاف و چندلایه از سطح چشمی است که نور را بر روی لنز متمرکز می‌کند تا بر روی شبکیه بیافتد (شکل ۴). این پنج لایه شامل اپیتلیوم، کپسول بومن^{۱۳}، استروما^{۱۴} (که حدود ۹۰٪ از ضخامت کل قرنیه را تشکیل می‌دهد)، غشای دسمه و اندوتلیوم^{۱۵} می‌باشد. آسیب یا بیماری قرنیه یکی از علل شایع نابینایی است و ممکن است نیاز به پیوند قرنیه برای حفظ یا بهبود بینایی داشته باشد. به طور معمول، از قرنیه اهدایی از افراد تازه فوت شده استفاده می‌شود، اما مواد جایگزین متعددی برای پیوند قرنیه در حال توسعه است. بیوپلیمرهای طبیعی مانند کلاژن، غشاء آمینوتیک، ابریشم، کیتوزان، ژلاتین، آلژینات و اسید هیالورونیک به عنوان مواد پیوندی قرنیه مورد بررسی قرار گرفته‌اند. با این حال، کلاژن به دلیل کمبود خواص مکانیکی

[۲]. لنزهای سخت که به لنزهای گاز نفوذپذیر نیز معروف اند، دوام بیشتری دارند و مقاومت بالاتری در برابر تجمع رسوبات دارند، اما به اندازه لنزهای نرم راحت نیستند. لنزهای نرم معمولاً از پلیمرهای هیدروژل ساخته می‌شوند که بسیار شفاف، نرم و هیدروفیل هستند. مواد طبیعی و سنتتیک برای افزایش سازگاری زیستی لنزهای تماسی ترکیب می‌شوند. برای مثال، هیدروژل‌های تقویت شده با نانو سلولز و پلی وینیل الکل^{۱۳} (NC-PVA) برای استفاده در لنزهای تماسی با سازگاری زیستی بالا توسعه یافته‌اند. همچنین، هیدروژل‌های کیتوسان شفاف و قابل قالب‌گیری به عنوان مواد نرم زیست‌مشتق برای لنزهای تماسی و قرنیه مصنوعی معرفی شده‌اند. تغییرات سطحی لنزها با استفاده از بیوپلیمرها به منظور کاهش خشکی و ناراحتی چشمی صورت می‌گیرد. به عنوان مثال، پروتئوگلیکان^{۱۴} (PRG4) به سطح لنزهای هیدروژل متصل می‌شود تا خاصیت روان‌سازی بهتری فراهم کند. لنزهای تماسی ضد میکروبی نیز با استفاده از مواد ضد باکتری و ضد چسبندگی توسعه یافته‌اند. لنزهای تماسی حسگر نیز برای نظارت بر علائم حیاتی چشمی مانند فشار داخل چشمی^{۱۵} (IOP)، دما، رطوبت و سطح گلوکز توسعه یافته‌اند. برای مثال، حسگرهای میکروالکترومکانیکی^{۱۶} (MEMS) و سیستم‌های حسگر بی‌سیم در لنزهای سیلیکونی جاسازی شده‌اند تا تغییرات فشار داخل چشمی را مانیتور کنند. همچنین، لنزهای تماسی با نانوذرات



^{۱۳} Poly (vinyl alcohol)
^{۱۴} Proteoglycan 4
^{۱۵} Intraocular pressure
^{۱۶} Microelectromechanical

^{۱۷} Bowman's capsule
^{۱۸} Stroma
^{۱۹} Endothelium



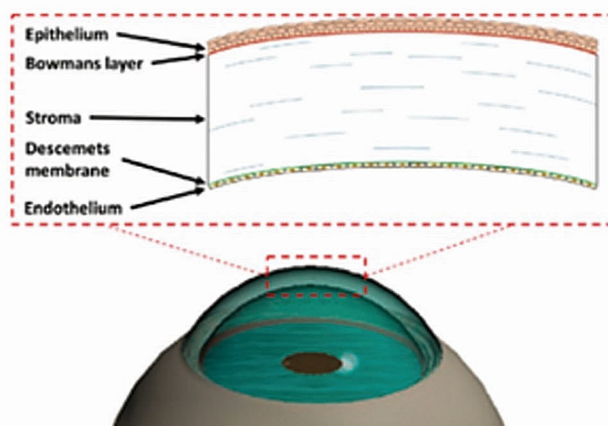
زخم‌های چشمی یا برش‌های جراحی استفاده شوند [۳].

مواد پلیمری برای کاربردهای داخل چشمی

الف) لنزهای داخل چشمی (IOLs)^{۲۵}

لنز انسانی بخش اساسی چشم انسان است و همراه با قرنیه، تصویری نوری روی شبکیه ایجاد می‌کند. لنز حاوی ۶۵٪ آب و ۳۵٪ پروتئین‌های ساختاری است که شاخص شکست نوری (RI)^{۲۶} را در مرکز (هسته لنز) و محیط (قشر لنز) ایجاد می‌کنند. شاخص شکست نوری لنز طبیعی بین ۱.۴۰ تا ۱.۴۲ است. با افزایش سن، لنز سخت‌تر می‌شود و قابلیت تغییر شکل خود را از دست می‌دهد، که به دو بیماری شایع آب مروارید و پیرچشمی منجر می‌شود. آب مروارید به کدر شدن لنز گفته می‌شود و می‌تواند ناشی از ضربه، تأثیرات شیمیایی سیستمیک، پیری یا تابش UV باشد. پیرچشمی باعث کاهش تدریجی توانایی تمرکز بر روی اشیاء نزدیک می‌شود که عمدتاً به دلیل سخت شدن لنز است. جایگزینی لنز سخت شده با ماده‌ای نرم و شفاف می‌تواند به بازگرداندن قابلیت تطابق چشمی کمک کند. در حال حاضر، لنزهای داخل چشمی مختلفی برای درمان آب مروارید و پیرچشمی در دسترس هستند. در جراحی آب مروارید، لنز از طریق یک برش کوچک برداشته شده و لنز داخل چشمی جایگزین آن می‌شود. عوارض رایج این جراحی شامل کدر شدن کپسول پشتی^{۲۷} لنز (PCO) است که می‌تواند باعث تاری دید شود

مطلوب به طور محدود استفاده می‌شود. برخی مواد جدید مانند غشاهای کلاژن-پلی‌روتاکسان و هیدروژل‌های ژلاتین (GELCORE) برای بهبود خواص مکانیکی و زیست سازگاری توسعه یافته‌اند.



شکل ۴. شماتیک چشم انسان با سطح مقطع قرنیه لایه ای [۱]

پلیمرهای سنتزی نیز مانند پلی (هیدروکسی اتیل متاکریلات) (PHEMA)^{۲۸}، پلی (گلیکولیک اسید)^{۲۹} (PGA) و پلی (وینیل الکل)^{۳۰} (PVA) به دلیل خواص آبدوستی و زیست سازگاری برای کاربردهای بیولوژیکی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. الکترواسپین فیبرها و صفحات پلیمری برای حمایت مکانیکی از هیدروژل‌های استروما و پیوندهای اپیتلیال^{۳۱}/اندوتلیال^{۳۲} مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین مواد چسبنده چشمی مانند پلیمرهای پاسخگو به دما برای درمان زخم‌های چشمی طراحی شده‌اند. این مواد می‌توانند با تغییر دما به حالت جامد درآیند و برای بستن موقت

^{۲۵} Poly (hydroxy ethyl methacrylate)

^{۲۶} Polyglycolide

^{۲۷} Poly (vinyl alcohol)

^{۲۸} Epithelial

^{۲۹} Endothelial

^{۳۰} Intraocular Lenses

^{۳۱} Refractive Index

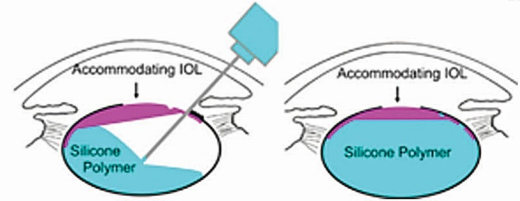
^{۳۲} Posterior Capsule Opacification

به عنوان آینده مواد جایگزین زجاجیه مورد توجه قرار گرفته‌اند [۳].

نتیجه‌گیری

مواد پلیمری بدون شک برای بسیاری از کاربردهای پزشکی بسیار مفید بوده‌اند. دسترسی سنتزی و پیشرفت در علم و مهندسی پلیمر مدرن راه را برای تبدیل پلیمرها به بخش‌های اساسی درمان‌های پزشکی نوین برای بدن انسان از سر تا پا باز کرده است. این مرور به توصیف مواد پلیمری مهمی که به طور خاص برای استفاده در برنامه‌های چشم انسان توسعه یافته و استفاده می‌شود، هدفمند است. اگرچه چشم ارگانی بسیار کوچک است، اما از بسیاری از قسمت‌ها تشکیل شده است و با وجود پیچیدگی شگفت‌انگیز خود، این خلاصه از مواد پلیمری برای استفاده در چشم به طور کامل نشان می‌دهد که پلیمرها با ترکیب و معماری شیمیایی مشابه، می‌توانند برای قسمت‌های مختلف چشم استفاده شوند. همچنین، تنظیم ویژگی‌های پلیمرها (به عنوان مثال با استفاده از کومونومرها، تغییر در استیویمتری، کنترل تنوع ساختاری مانند جرم مولکولی و تغییر محتوای تعادلی آب) امکان تغییرات طراحی را برای هدف‌های مختلف در چشم فراهم می‌کند. همانطور که پیش‌تر بحث شد، پلیمرهای استفاده شده در زندگی روزمره مانند لنزهای تماسی از بیرون به نظر ساده می‌آیند، اما برای استفاده ایمن برای مدت زمان گسترده، باید دارای چند ویژگی اساسی باشند. میزان تراوایی، نفوذ اکسیژن، نرمی و بسیاری از ویژگی‌های دیگر

و معمولاً با لیزر یا عوامل شیمیایی درمان می‌شود (شکل ۵).



شکل ۵. IOL سیلیکونی تاشو [۱]

انواع مختلفی از لنزهای داخل چشمی جامد (سخت یا قابل تا شدن) و مایع (قابل تزریق) توسعه یافته‌اند. لنزهای داخل چشمی قابل تا شدن به برش‌های کوچکتری نیاز دارند که باعث کاهش زمان بهبود و احتمال عفونت می‌شود. مواد مختلفی مانند سیلیکون و آکرلیک برای لنزهای داخل چشمی استفاده می‌شوند و خواص نوری و مکانیکی آنها بهبود یافته است. تحقیقات جدید بر روی لنزهای داخل چشمی با قابلیت تنظیم بعد از جراحی و هیدروژل‌های قابل تا شدن نیز در حال انجام است تا عملکرد و راحتی بیشتری برای بیماران فراهم کنند [۱].

ب) جایگزین‌های زجاجیه

مواد جایگزین زجاجیه، مانند هیدروژل‌های طبیعی و سنتزی، برای جراحی‌های چشمی و بیماری‌های شبکیه مانند جداشدگی شبکیه و دیابتی ضروری هستند. مواد مختلفی از جمله هیالورونیک اسید، کلاژن، و پلیمرهای سنتزی برای این مواد جایگزین مورد بررسی قرار گرفته‌اند. به طور کلی، هیدروژل‌های پلیمری به دلیل ویژگی‌های قابل تنظیمی مانند ترکیب آب، شفافیت نوری و ویسکوزیته



مراجع

- [1] M. Karayilan, L. Clamen, and M. L. Becker, "Polymeric materials for eye surface and intraocular applications," *Biomacromolecules*, vol. 22, pp. 223–261, 2021.
- [2] J. Singh, and K. K. Agrawal, "Polymeric materials for contact lenses," *J. of Macromolecular Sci.*, vol. 32, pp. 521–534, 1992.
- [3] P. C. Nicolson, and J. Vogt, "Soft contact lens polymers: an evolution," *Biomaterials*, vol. 22, pp. 3273–3283, 2001.

باید بهینه شوند تا احتمال ایجاد خطرات مانند نابینایی را کاهش دهند. به علاوه، لنزهای تماسی با مواد کاربردی یا حسگرهای بی‌سیم تزئین شده‌اند تا لنزهای تماسی با فعالیت درمانی یا برای تشخیص‌های چشمی ایجاد شود، از جمله اندازه‌گیری دمای چشم، فشار داخل چشم، سطح گلوکز و pH چشم. پیشرفت‌های در تکنولوژی و الکترونیک امکان تولید تراشه‌ها و ترانزیستورهای الکترونیکی به اندازه میکرون را فراهم می‌کند، که به آسانی می‌توانند در لنزهای تماسی جای داده شوند. چنین لنزهای هوشمندی ممکن است در آینده، دید در شب را بهبود دهند، تغییرات سیستمی را اعلام کنند (به عنوان مثال با پیگیری میزان گلوکز در اشک)، کوررنگی را درمان کنند و امکان بررسی ایمیل‌های خود را از طریق نمایشگرهای جاسازی شده در لنزهای تماسی فراهم کنند. قرنیه و صلبیه بیرونی‌ترین قسمت‌های چشم هستند و به طور مداوم با شرایط خارجی در تماس هستند. تغییر غیرمنتظره در محیط می‌تواند به آسیب دیدن سطح چشم منجر شود که می‌تواند تیزی را کاهش دهد یا به مشکلات جدی دیگری در چشم منجر شود. ویژگی‌ها و ترکیبات قرنیه و سکلا می‌توانند با استفاده از مواد پلیمری مصنوعی مدل سازی شوند.



درمان تومور گلیوما با استفاده از حامل‌های پلیمری

◀ هلیا حیدری نسب h_heydrinasab@aut.ac.ir

شده‌اند. این مولکول‌های بیوتراپی (مانند عوامل شیمی‌درمانی، اسیدهای نوکلئیک، پپتیدها یا عوامل تصویربرداری) را قادر می‌سازند تا بدون ایجاد اختلال در عملکرد طبیعی مغز به BBB نفوذ کنند. اگرچه BBB ممکن است مانع از انتقال داخل مغزی داروهای شیمی‌درمانی شود. محدودیت عمده درمان MG در مقاومت بالای آن به شیمی‌درمانی نهفته است. به عنوان مثال، داروی شیمی‌درمانی متداول (TMZ) temo-zolomide در تقریباً ۶۰ تا ۷۵٪ از بیماران مبتلا به MG بی‌اثر است زیرا تومورهای MG پاسخگو یا مقاوم نیستند. ۴ پلی‌فپروسان ۲۰^۲ با بیس کلرواتیل نیتروزوره^۴ (BCNU) که کارموستین نیز نامیده می‌شود) در حال حاضر تنها ایمپلنت مورد استفاده بالینی برای تحویل موضعی BCNU به گلیوماهای با درجه بالا پس از برداشتن تومور است [۲].

تحویل داروها در سراسر BBB برای درمان تومورهای مغزی به دلیل نفوذپذیری ضعیف عوامل درمانی که عمدتاً ورود همه مولکول‌های بزرگ و بیش از ۹۸ درصد مولکول‌های کوچک داروها را به بافت مغز محدود می‌کند، به یک مشکل نگران‌کننده اصلی تبدیل شده است. بنابراین حامل‌های پلیمری به شدت مورد توجه هستند [۳]. حامل‌های پلیمری، به ویژه حامل‌های نانومقیاس، در سال‌های اخیر به دلیل مزایایی مانند ظرفیت بارگیری دارو بالا، تلاش‌های متعددی برای رساندن داروها به صورت

گلیوما یکی از شایع‌ترین تومورهای بدخیم مغزی است. گلیوماهای بدخیم ماهیتی ناهمگن دارند که طیف وسیعی از ناهنجاری‌های ژنتیکی را نشان می‌دهند (شکل ۲). علائم گلیوما شامل سردرد، اختلالات عصبی کانونی و تشنج است که بسته به محل تومور متفاوت است. قرار گرفتن طولانی‌مدت در معرض عوامل خطر محیطی مانند پرتوهای یونیزان، پذیرفته شده‌ترین دلیل برای بروز گلیوم است. بنابراین نیاز به استراتژی درمانی مناسب دارد. درمان‌های فعلی برای درمان گلیوما مانند جراحی، پرتودرمانی و شیمی‌درمانی در دستیابی به نتایج رضایت‌بخش شکست خورده‌اند و نیاز به توسعه سیستم‌های جدید دارورسانی است [۱]. درمان گلیوما توسط جراحی به دلیل ماهیت نفوذی آن در پارانشیم طبیعی مغزی اطراف آن راضی‌کننده نیست [۱] [۲] و منجر به عود تومور پس از جراحی می‌شود [۱]. روش شیمی‌درمانی جهت تحویل سیستماتیک دارو به مغز نیز به دلیل تجمع کم داروها در محل تومور و عوارض جانبی مضر آن‌ها ناکارآمد بود. سد خونی مغزی یک لایه از غشاهای خاص و فرآیندهای سلولی^۱ است که به منظور جلوگیری از عبور مواد ناخواسته از جریان خون به بافت‌های مهم و ارزشمند مغز طراحی شده است. BBB دسترسی اکثر عوامل درمانی و تشخیصی به بافت مغز را مسدود می‌کند. وکتورهای نانومقیاس با ویژگی‌های منحصر به فرد برای تعامل با سلول‌های تشکیل دهنده BBB در مولکول‌هایی طراحی

^۱ Blood-Brain Barrier (BBB) ^۲ myasthenia gravis

^۳ Polifeprosan 20

^۴ bis-chloroethylnitrosourea



(۴) در مغز، شیمی‌درمانی بین سلولی سد خونی مغزی را دور زد و ممکن است سمیت سیستماتیک را به حداقل برساند.

(۵) شیمی‌درمانی بین سلولی موثرتر از درمان سیستماتیک در مهار رشد تومور بود.

سایر کاربردهای پلیمر برای درمان تومورهای مغزی در حال توسعه هستند. به عنوان مثال، اکنون نشان داده شده است که پلیمرها می‌توانند دگزامتازون را با استفاده از کوپلیمر اتیلن وینیل استات^{۱۱} به طور ایمن در مغز آزاد کنند. کاربردهای دیگر شامل کاشت پلیمرهای آغشته به هپارین و کورتیزون و سایر مهارکننده‌های رگ زایی است که نشان داده شده است در برابر تومورهای مغزی موثر هستند. در نتیجه، نشان داده شد که می‌توان از پلیمرها برای رهاسازی داروها به شیوه‌ای کنترل شده به طور مستقیم به مغز و دور زدن سد خونی مغزی استفاده کرد. نشان داده شده است که پلیمرها وسیله‌ای مطمئن و موثر برای آزادسازی عوامل شیمی‌درمانی برای درمان تومورهای مغزی هستند [۴].

دارورسانی موضعی

سیستم‌های تحویل موضعی می‌توانند BBB را دور بزنند و سمیت سیستماتیک را کاهش دهند و غلظت درمانی را در محل مورد نظر به میزان قابل توجهی افزایش دهند. مقاومت شیمیایی عمدتاً به افزایش جریان عوامل از بین برنده تومور نسبت داده می‌شود که منجر به کاهش مخزن داروی داخل سلولی

موضعی در مغز صورت گرفته است. در سال ۱۹۶۳، اومایا^۴ از یک مخزن زیر جلدی متصل به یک کاتتر برای دسترسی استریل از طریق مایع نخاعی مغزی بطنی و توده‌های تومور استفاده کرد. فولکمن^۵ و همکاران توانستند مواد بیهوشی با وزن مولکولی کم را از طریق لاستیک سیلیکون به مغز برسانند. روزنبوم^۶ و همکاران اوئنو^۷ و همکارانش استفاده از سیلیکون را برای تحویل عوامل شیمی‌درمانی گزارش کردند. در سال ۱۹۸۷، بوویه^۸ و همکاران از تحویل مستقیم دارو در تومورهای مغزی از طریق کاتترهای مزمن کاشته شده استفاده کردند. مشکل این سیستم‌ها این است که یا شامل ایمپلنت‌های دائمی می‌شوند یا از تخریب دارو محافظت نمی‌کنند. برای حل این مشکلاتی نظیر دور زدن سد خونی مغزی و در نتیجه افزایش غلظت داروها در مغز و به حداقل رساندن قرار گرفتن در معرض سیستماتیک، به دنبال روشی برای ترکیب یک دارو در پلیمرهای زیست تخریب پذیر بود. این پلیمرها را می‌توان برای آزادسازی داروها برای دوره‌های زمانی مختلف از روز تا سال فرموله کرد. آب‌گریزی شدید دارو را از تخریب محافظت می‌کرد [۴].

از مطالعات پیش بالینی نتیجه گرفته شد که: (۱) حامل‌های پلیمری زیست سازگار با مغز بودند. (۲) حامل‌های پلیمری می‌توانند بیس (۲-کلرواتیل)-۱-نیتروزوریا^۹ (BCNU) را به روشی کنترل شده تدریجی آزاد کنند.

(۳) تحویل بین سلولی داروهای ضد نوپلاستیک^{۱۰} منجر به دوز بالای دارو محدود به محل آسیب شد.

^۴ Ommaya

^۵ Bouvier

^۶ Folkman

^۷ bis(۲-chloroethyl)-۱-nitrosourea

^۸ Rosenbloom

^۹ antineoplastic

^{۱۰} Ueno

^{۱۱} Ethylene vinyl acetate



ایجاد کند. چهارم، باید مراقب بود که از عوارضی مانند عفونت و تشنج در حین کاشت جلوگیری شود. فناوری های مختلفی در توسعه ایمپلنت های پلیمری حاوی دارو برای درمان MG، از جمله الکتروریسی، الکترواسپری، امولسیون سازی- تبخیر حلال به کار گرفته شده است [۲].

درمان های تک عاملی

BCNU به عنوان موثرترین شیمی درمانی سیستماتیک برای MG در نظر گرفته می شود و به طور گسترده برای شیمی درمانی موضعی استفاده می شود. برخی از عوامل شیمی درمانی که نمی توانند به طور موثر از طریق BBB عبور کنند در پلیمرهایی برای شیمی درمانی MG بین سلولی گنجانده شده اند. این عوامل شیمی درمانی مانند دوکسوروبیسین^{۱۲}، راپامایسین^{۱۳} و بوکلادزین^{۱۴} برای درمان موثر سرطان های غیر از MG استفاده شده اند [۲].

درمان های چند عاملی

به دلیل ناهمگونی سرطان، درمان با یک عامل منفرد معمولاً برای سرکوب رشد و متاستاز سرطان کافی نیست. برای کاهش مقاومت شیمی درمانی، مطالعات چندین عامل شیمی درمانی با مکانیسم های مختلف مهارکننده تومور را بررسی کرده اند. عواملی که شامل عوامل شیمی درمانی، عوامل ضد رگ زایی^{۱۵}، سیتوتوکسین^{۱۶} و پپتیدها هستند، به طور همزمان برای سیستم ایمنی

می شود. پزشکان می توانند با افزایش غلظت داروی ضد سرطان در بافت هدف، اثربخشی درمانی را بهبود بخشند و از مقاومت شیمیایی جلوگیری کنند. پلیمرهای مختلف، از جمله پلیمرهای طبیعی، پلیمرهای مصنوعی، و کوپلیمرها، به عنوان وسایل نقلیه دارویی برای دستیابی به رهاسازی پایدار مولکول های درمانی در مناطق مورد نظر استفاده شده اند. ویژگی های آزادسازی دارو به شدت به ویژگی های فیزیکی و شیمیایی پلیمرهای مورد استفاده و برهم کنش آن ها با ترکیبات درمانی وابسته است. برای تقویت پاسخ های درمانی و جلوگیری از سمیت دارو، شیمی درمانی ممکن است به صورت موضعی انجام شود. برای درمان تومورهای بدخیم مغز، پزشکان از روش بین سلولی استفاده کرده اند. شیمی درمانی، که در آن عوامل شیمی درمانی مستقیماً در محل تومورها تجویز می شوند. غلظت دارو را در بافت مغز افزایش داده و افزایش می دهد، بنابراین BBB را دور می زند و سمیت سیستماتیک را به حداقل می رساند. پزشکان باید چهار نکته کلیدی زیر را هنگام کاشت سیستم های دارورسانی مبتنی بر پلیمر در CNS به خاطر بسپارند. ابتدا، ایمپلنتی با حجم کم باید انتخاب شود تا از ایجاد اثر توده در هنگام وارد شدن به پارانشیم مغز یا نخاع جلوگیری شود. دوم، ایمپلنت حاوی دارو با کمترین سمیت انتخاب شود تا از آسیب به سلول های عصبی عملکردی جلوگیری شود. سوم، ایمپلنت باید به گونه ای کاشته شود که کمترین واکنش التهابی را

^{۱۲} doxorubicin

^{۱۳} rapamycin

^{۱۴} bucladesine

^{۱۵} antiangiogenic agents

^{۱۶} cytotoxin

کرد. سطح آن‌ها با لیگندهای گیرنده‌های هدف موجود در سد خونی مغز^{۱۷} (BBB) برای تحویل دقیق داروها به بافت تومور با کاهش عوارض جانبی برای سلول‌های سالم اطراف آن‌ها اصلاح می‌شود. استراتژی‌های هدف‌گیری مختلفی گیرنده واسطه^{۱۸}، با گیرنده ناقل^{۱۹}، با واسطه سطح جذبی^{۲۰} و جذب روی سطح حامل، و سایر روش‌های فیزیکی برای درمان بیماری‌های مغزی هستند. در میان آن‌ها، اندوسیتوز^{۲۱} با گیرنده واسطه‌شده یکی از رویکردهای اصلی برای هدف قرار دادن گلیوم با استفاده از انواع مختلف گیرنده‌ها مانند ترانسفرین^{۲۲}، لاکتوفرین^{۲۳}، انسولین^{۲۴}، لیپوپروتئین با چگالی کم^{۲۵} و فاکتورهای رشد اندوتلیال^{۲۶} موجود در BBB است [۱].

پلیمرزوم‌ها با خودآرایی^{۲۷} کوپلیمرهای بلوک دارای دو بلوک که از دو یا بیشتر از دو بلوک تهیه شده‌اند، تشکیل می‌شوند. بخش آبریز کوپلیمر عمدتاً از پلیمرهایی مانند پلی‌اتیل اتیلن^{۲۸} (PEE)، پلی‌بوتادین^{۲۹} (PBD)، پلی دی متیل سیلوکسان^{۳۰} (PDMS) و پلی استایرن^{۳۱} (PS) تشکیل شده است که غیرقابل تجزیه زیستی هستند اما پلی لاکتیک اسید^{۳۲} (PLA)، و پلی ε-کاپرولاکتون^{۳۳} زیست تخریب پذیر هستند. بخش آبدوست توسط پلی اتیلن گلیکول^{۳۴} (PEG)، پلی‌اسید اکریلیک^{۳۵} (PAA) و پلی ال-گلوتامیک اسید^{۳۶} (PGA) تشکیل می‌شود. PEG معمولاً به‌عنوان بلوک آبدوست استفاده می‌شود، زیرا باعث ایجاد ویژگی عدم جذب پروتئین‌های موجود در خون در لایه‌های سطحی می‌شود. این بلوک‌های آب دوست و آبریز از ترکیب‌های مختلف

و ژن درمانی تجویز شده‌اند. مطالعات نشان داده‌اند که تحویل همزمان مولکول‌های بیوتراپی مختلف با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مختلف به محل‌های تومور، دوز مورد نیاز عوامل شیمی‌درمانی را کاهش می‌دهد و اثرات درمانی هم‌افزایی را در درمان سرطان‌ها به دست می‌آورد، در نتیجه عوارض جانبی مرتبط با دوز را به حداقل می‌رساند و مقاومت دارویی را به تأخیر می‌اندازد [۲].

پلیمرزوم‌ها حامل‌های جدید دارو با عملکردهای متنوعی مانند پایداری افزایش یافته، نفوذپذیری کم، ویژگی‌های غشای قابل تنظیم و زمان طولانی‌گردش خون هستند که آن‌ها را برای درمان سرطان مناسب می‌کند. این مواد وزیکول‌های دولایه‌ای هستند که قادر به کپسوله کردن داروهای آبدوست و آبریز هستند که برای هدف قرار دادن گلیوم به طور موثر استفاده می‌شوند [۱].

پلیمرزوم‌ها از کوپلیمرهای بلوک آمفیفیل مصنوعی حاوی بلوک‌های آبدوست و آبریز تشکیل می‌شوند که می‌توانند داروهای آبدوست و آبریز را به طور موثر در خود محصور کنند. پلیمرزوم‌ها از همه جنبه‌ها نسبت به لیپوزوم‌ها دارای ثبات کلوئیدی بهتر، پایداری مکانیکی افزایش یافته، ظرفیت بارگیری دارو بالا، زمان گردش خون طولانی، نشت کمتر دارو و قابلیت ذخیره سازی بیشتر هستند [۱].

پلیمرزوم‌ها به دلیل توانایی آن‌ها در هدف قرار دادن مغز به عنوان حامل‌های دارویی برای هدف قرار دادن گلیوم انتخاب می‌شوند. با تنظیم طول بلوک‌های کوپلیمر می‌توان خواص این مواد را تنظیم

^{۱۷} blood-brain barrier ^{۲۱} endocytosis ^{۲۵} lipoprotein low density
^{۱۸} receptor-mediated ^{۲۲} transferrin ^{۲۶} endothelial
^{۱۹} carrier-mediated ^{۲۳} lactoferrin ^{۲۷} self-assembly
^{۲۰} adsorption-mediated ^{۲۴} insulin ^{۲۸} poly(ethyl ethylene)



^{۲۹} poly(butadiene) ^{۳۳} poly(ε-caprolactone)
^{۳۰} poly(dimethylsiloxane) ^{۳۴} poly(ethylene glycol)
^{۳۱} poly(styrene) ^{۳۵} poly(acrylic acid)
^{۳۲} poly(lactide) ^{۳۶} poly(L-glutamic acid)

تشکیل شده و سپس با استفاده از فرآیند سانتریفیوژ خالص می‌شوند. بنابراین پلیمرزوم‌ها از خودآرایی کopolymerها به دلیل کاهش کشش سطحی بین بلوک آگریز و فاز آبی تشکیل می‌شوند. توزیع اندازه ذرات و بهینه سازی آن‌ها به انتخاب حلال آلی، ترکیبات پلیمری و ترتیب افزودن بستگی دارد. در روش ریدراتاسیون پلیمر، کopolymer به یک حلال آلی اضافه می‌شود و سپس با تبخیر حلال، لایه نازکی تشکیل می‌شود. سپس فیلم با افزودن فاز آبی به آن هیدراته می‌شود. پس از هیدراتاسیون، آب در لایه‌های پلیمری که توسط نیروهای هیدراتاسیون هدایت می‌شوند نفوذ می‌کند و برآمدگی‌هایی را تشکیل می‌دهد که پس از جدا شدن از سطح، حامل را تولید می‌کنند. پلیمرزوم‌های تشکیل شده از این روش دارای توزیع اندازه وسیعی هستند که اندازه‌های مختلف آن‌ها با استفاده از فیلترهایی با اندازه منافذ مختلف جدا می‌شود. به طور کلی، تشکیل پلیمرزوم‌ها عمدتاً به عواملی مانند روش تهیه، غلظت پلیمر و انواع مختلف حلال آلی مورد استفاده و نسبت پلیمر به فاز آبی بستگی دارد. دو روش پرکاربرد سوئیچینگ حلال برای تهیه پلیمرزوم‌ها، روش‌های تبخیر امولسیون حلال و نانو رسوب هستند [۱].

تکنیک تبخیر امولسیونی - حلال

این تکنیک عمدتاً مبتنی بر امولسیون کردن حلال‌های آلی غیرقابل اختلاط آب حاوی دارو و پلیمر به فاز آبی (با سورفکتانت) برای تشکیل ذرات کوچک در هنگام حذف حلال آلی با تبخیر تحت فشار

می‌توانند پلیمرزوم‌های حاوی کopolymerهای مختلف را تشکیل دهند. انواع ساختارها شامل ساختارهایی مانند AB دبلوک، ABA یا BAB سه بلوک و چند بلوک، بلوک شاخه‌ای، بلوک ستاره شکل و بلوک پیوندی که در آن A نشان دهنده بلوک آگریز و B نشان دهنده بلوک آبدوست است. عدم توانایی کopolymerها در زیست تخریب‌پذیری و زیست‌سازگاری، استفاده از آن‌ها را برای درمان‌های *in vivo* محدود می‌کند که منجر به ایجاد وزیکول‌هایی می‌شود که محتویات محصور شده یعنی داروها را به طور کامل تجزیه و آزاد می‌کنند. وجود بلوک قابل هیدرولیز مانند کopolymerهایی مانند پلی(اتیلن اکسید) - بلوک، پلی(اسید لاکتیک) (PEO-b-PLA) یا پلی(اتیلن اکسید) - بلوک و پلی (کاپرولاکتون) (PEO-b-PCL) استفاده شد که محتویات خود را با انجام تجزیه هیدرولیتیک^{۳۷} درون سلولی آزاد می‌کنند. وزیکول‌های کاملاً زیست تخریب پذیر نیز با استفاده از کopolymerهای بلوک پلی پپتیدی^{۳۸} تهیه می‌شوند [۱].

روش تهیه پلیمرزوم‌ها

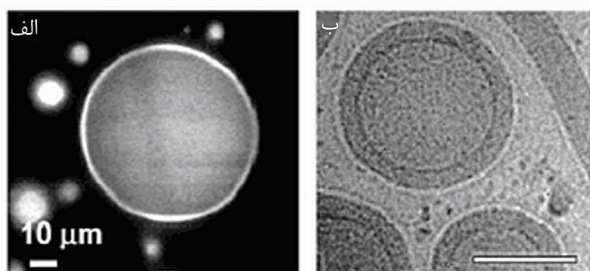
در میان بسیاری از تکنیک‌های مورد استفاده برای تهیه پلیمرزوم‌ها، دو روش مهم که در اینجا به صورت کلی مورد بحث قرار می‌گیرند، تکنیک‌های سوئیچینگ حلال^{۳۹} و ریدراتاسیون مجدد پلیمر^{۴۰} هستند [۵۹-۶۳]. در تکنیک سوئیچینگ حلال، پلیمرزوم‌ها با افزودن کopolymerهای بلوکی به حلال آلی که پلیمر در آن محلول است، تهیه می‌شود و سپس فاز آلی به آرامی به فاز آبی (یا برعکس اضافه می‌شود. در نهایت، پلیمرزوم‌ها با تبخیر حلال

^{۳۷} hydrolytic
^{۳۸} polypeptides



^{۳۹} solvent-switching
^{۴۰} Polymer rehydration techniques

استفاده از روش میکروسکوپی نوری با نگهداری آن‌ها در بافر آبی بدون خشک شدن یا نشانه‌دار شدن تحت شرایط فیزیولوژیکی مشاهده می‌شوند. وضوح و بزرگنمایی محدود این روش میکروسکوپی، تجسم ذراتی را که اندازه آن‌ها کمتر از ۱ میلی‌متر است، محدود می‌کند. ذرات با اندازه بالای ۱ میلی‌متر برای مطالعات ارجح هستند، در حالی که اندازه ذرات کمتر از ۱ میلی‌متر را می‌توان به راحتی با وضوح بالا با استفاده از میکروسکوپ الکترونی عبوری^{۴۵} (TEM) بررسی کرد. میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) بیشتر برای تعیین ساختار پلیمرزوم‌ها به روش سه بعدی استفاده می‌شود. میکروکپی اسکن لیزری کانفوکال^{۴۶} (CLSM) یکی از ابزارهای مهم برای خصوصیات مورفولوژیکی پلیمرزوم‌ها است (شکل ۳) [۱].



شکل ۳: تصویر CLSM از پلیمرزوم‌ها با افزودن محلول PEG-PLA در کلروفرم به PBS در حضور قرمز نیل به عنوان پروب فلورسنت تهیه شده است. (ب) تصویر Cryo-TEM از پلیمرزوم‌ها بر اساس PEG-PBD هسته آگریز PBD نواحی تیره تر است [۱].

اصلاح سطح پلیمرزوم‌ها برای عبور از سد خونی مغزی و هدف قرار دادن گلیوما

پلیمرزوم‌های عامل دار شده سطحی یا کنژوگه‌شده^{۴۷} با قسمت‌های مورد هدف، آن‌ها را برای رسیدن به محل عمل با عبور از BBB

کاهش یافته است. دو نوع روش تبخیر امولسیون-حلال وجود دارد، یعنی روش تبخیر حلال تک امولسیون^{۴۱} O/W (روغن در آب^{۴۱}) و روش تبخیر حلال دو امولسیون^{۴۲} W/O/W (آب در روغن در آب^{۴۲}). تکنیک امولسیون دوگانه (W/O/W) برای بارگذاری موثر داروهای آبدوست به ویژه برای پروتئین‌ها و پپتیدها استفاده می‌شود [۱].

تکنیک رسوب نانو^{۴۳}

این روش شامل حل کردن دارو و پلیمر در یک حلال آلی است که قابل اختلاط یا غیر قابل اختلاط با آب است. فاز آلی به آرامی به صورت قطره ای به فاز آبی حاوی سورفکتانت تحت هم زدن مغناطیسی اضافه می‌شود. در نهایت، پلیمرزوم‌هایی که پس از تبخیر حلال تحت فشار کاهش یافته تشکیل می‌شوند، جدا شده و خالص می‌شوند [۱].

خصوصیات پلیمرزوم‌ها

اندازه ذرات و توزیع اندازه ذرات پلیمرزوم‌ها عمدتاً با استفاده از روش پراکندگی نور تعیین می‌شود. این تکنیک همچنین در مطالعه غلظت تجمع بحرانی^{۴۴} (CAC)، اثر pH بر اندازه ذرات و مورفولوژی مفید بوده است. پلیمرزوم‌ها را می‌توان مستقیماً با استفاده از تکنیک‌های میکروسکوپی برای تعیین ویژگی‌هایی مانند اندازه، مورفولوژی و همگنی مشاهده کرد. علاوه بر این، بررسی ذرات زیر میکروسکوپ نوری وضوح محدودی دارد در حالی که میکروسکوپ الکترونی تصاویر با وضوح بالا را نشان می‌دهد اما نمونه‌ها باید خشک، نشانه‌دار و منجمد شوند. پلیمرزوم‌ها مستقیماً با

⁴¹ oil in water

⁴² water in oil in water

⁴³ Nanoprecipitation technique



⁴⁴ critical aggregation concentration

⁴⁵ transmission electron microscopy

⁴⁶ Confocal laser scanning microscopy ⁴⁷ conjugated

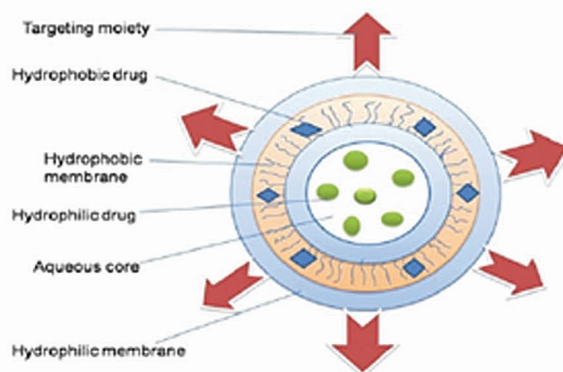
گیرنده فولات^{۴۸}

فولات یکی از رایج ترین لیگاندهای مورد استفاده برای رویکرد دارورسانی هدفمند است که با میل ترکیبی بالا به گیرنده‌های غشای فولات متصل می‌شود. گیرنده‌های فولات در بسیاری از سرطان‌ها مانند سرطان‌های تخمدان، سرطان رحم، تومورهای مغزی و لنفوم‌های غیرهوچکین به شدت دیده می‌شوند. گیرنده‌های فولات دیده شده در شبکه مشیمیه تا حد زیادی در سمت مغزی سد خونی مغزی قرار دارند که آن‌ها را برای هدف قرار دادن سیستم‌های دارورسانی کونژوگه با لیگاند غیرقابل دسترس می‌کند. بنابراین، لیگاند فولات برای هدف قرار دادن سلول‌های سرطانی مغز که در آن گیرنده فولات به شدت دیده می‌شود استفاده می‌شود، اما علاوه بر آن به لیگاندهای دیگری نیز نیاز دارد که عبور از BBB را تسهیل می‌کنند [۱].

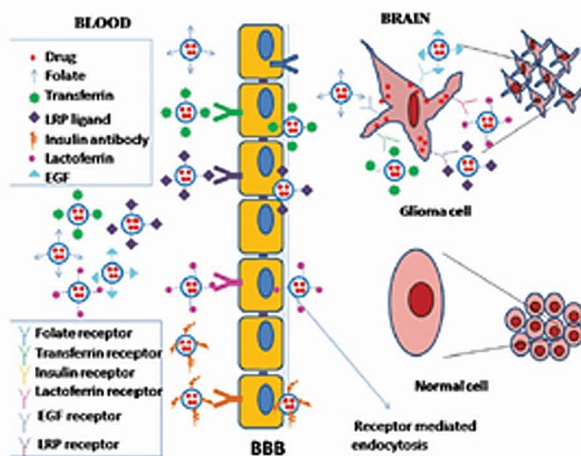
گیرنده ترانسفرین

گیرنده ترانسفرین^{۴۹} (Tf) یک گلیکوپروتئین غشایی است و یکی از رایج ترین گیرنده‌های مورد استفاده برای هدف قرار دادن تومورهای مغزی است. جذب آهن عمدتاً از طریق این گیرنده انجام می‌شود که به شدت توسط مویرگ‌های مغز دیده می‌شود و سطح غیر طبیعی از آن وجود دارد. گیرنده ترانسفرین بر روی بسیاری از سلول‌های تومور بیش از حد قرار می‌گیرد که هدف قرار دادن سلول‌های تومور را با کونژوگه کردن ترانسفرین در سیستم دارورسانی نانو برای درمان موثر امکان پذیر می‌کند [۱].

هدایت می‌کند و اثر درمانی بهتری دارد. اصلاح پلیمرزوم‌ها با لیگاندهای فعال زیستی باعث می‌شود آن‌ها گیرنده‌های خاص روی مغز و همچنین محل بیماری را هدف قرار دهند و عوارض جانبی را به حداقل برسانند (شکل ۴). شکل ۵ نشان دهنده گیرنده‌هایی است که در سراسر BBB و روی سلول‌های گلیوما وجود دارند. این بخش بر روی انواع مختلف گیرنده‌ها برای هدف قرار دادن BBB و گلیوما با استفاده از پلیمرزوم‌ها به عنوان حامل دارو تمرکز خواهد کرد [۱].



شکل ۴: نمایش پلیمرزومی عاملدار سطحی بارگیری شده با داروهای آگریز و آبدوست [۱]



شکل ۵: گیرنده‌های موجود در سراسر BBB و روی سلول‌های گلیوما [۱].

^{۴۸} Folate

^{۴۹} Transferrin

گیرنده انسولین

گیرنده انسولین موجود بر روی غشای مجرای سلول های اندوتلیال^{۵۰} مویرگی مغز و غشای پلاسمایی سایر سلول های مغزی، مسیری مؤثر برای تحویل داروی هدفمند از طریق اندوسیتوز با گیرنده واسطه است. گیرنده انسولین یک گلیکوپروتئین غشایی است که حاوی دو زیرواحد α و دو زیرواحد β که توسط پیوندهای دی سولفیدی به هم متصل شده و یک ساختار استوانی های شکل می دهند. اتصال به انسولین با فعال کردن تیروزین کیناز^{۵۱} باعث ایجاد یک تغییر ساختاری می شود که درونی سازی گیرنده را تسهیل می کند. گیرنده انسولین موجود بر روی غشای مجرای سلول های اندوتلیال مویرگی مغز و غشای پلاسمایی سایر سلول های مغزی، مسیری مؤثر برای تحویل داروی هدفمند از طریق اندوسیتوز با گیرنده واسطه است. گزارش شده است که گیرنده انسولین را می توان برای تحویل داروی هدفمند به مغز با استفاده از آنتی بادی های خاص که نانوذرات را به محل اثر هدایت می کند، استفاده کرد [۱].

این گیرنده ها به سه ناحیه شامل یک ناحیه اتصال لیگاند خارج سلولی، یک ناحیه فعالیت تیروزین کیناز درون سلولی و یک منطقه لنگر بین غشایی تقسیم می شود. HER2 هیچ لیگاند شناخته شده ای برای فعال سازی ندارد، اما اغلب توسط عملکرد مشترک گیرنده مشترک خود فعال می شود و شباهت ساختاری با HER1 نشان می دهد. HER3 و HER4 نیز ساختاری مشابه با HER1 دارند، اما فاقد فعالیت ذاتی تیروزین کیناز (برای HER3) هستند که منجر به شروع سیگنال تنها با وابستگی به گیرنده های دیگر خانواده HER می شود. EGFR یک گیرنده فاکتور رشد اپیدرمی انسانی است که متعلق به خانواده تیروزین کیناز است EGFR در بیماران گلیوما سطح بالا و غیرطبیعی دارد. EGF نمی تواند در سراسر BBB منتقل شود، مگر اینکه که این پپتید همراه با لیگاند دیگری که به عبور از BBB کمک می کند، کونژوگ شود [۱].

نتیجه گیری

بنابراین درمان تومورهای مغزی گلیوما همچنان یک چالش بزرگ در پزشکی است. درمان های موجود شامل جراحی، پرتودرمانی و شیمی درمانی هستند که در کنار عوارض جانبی، اثربخشی محدودی دارند. در سال های اخیر، استفاده از مواد پلیمری برای درمان این نوع تومورها مورد توجه قرار گرفته است. این مواد پلیمری می توانند به طور مؤثری دارو را به سمت تومور هدایت کرده و آزادسازی آن را در محل مورد نظر کنترل کنند. مطالعات انجام شده نشان داده است که پلیمرهای طبیعی و مصنوعی مختلفی از جمله

هدف گیری گیرنده فاکتور رشد اپیدرمی

خانواده گیرنده HER گیرنده تیروزین کینازها^{۵۲} (RTKs) عمدتاً از چهار گیرنده تشکیل شده است: (۱) گیرنده فاکتور رشد اپیدرمی (EGFR)، همچنین به عنوان HER1 یا erbB-1 شناخته می شود، (۲) HER2 (همچنین به عنوان erbB-2 یا Neu نیز شناخته می شود) (۳) HER3 (همچنین به عنوان erbB-3 شناخته می شود) و (۴) HER4 (همچنین به عنوان erbB-4 شناخته می شود). ساختار

⁵¹ tyrosine kinase

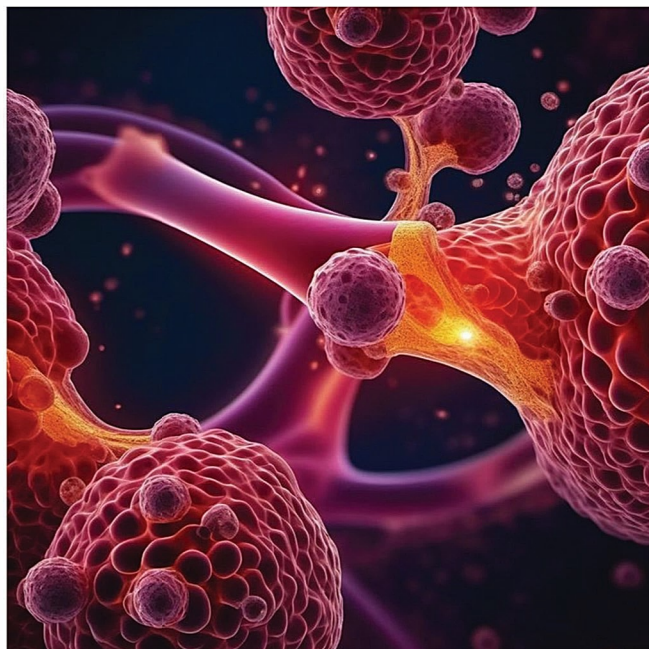
⁵² tyrosine kinases

[3] G. C., O. A., W. J.D., L. H.C., and B. H., "Recent advances in brain tumor therapy: Local intracerebral drug delivery by polymers," Invest. New Drugs, vol. 22, no. 1, pp. 27–37, 2004, [Online]. Available: <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed6&NEWS=N&AN=2004072438>

[4] H. Brem, "Polymers to treat brain tumours," Biomaterials, vol. 11, no. 9, pp. 699–701, 1990, doi: 10.1016/0142-9612(90)90030-T.

پلی‌لاکتیک اسید، پلی‌کاپرولاکتون و هیدروژل‌ها می‌توانند به عنوان سیستم‌های دارورسانی برای درمان گلیوما مورد استفاده قرار گیرند. این مواد پلیمری قادر به انتقال دارو به محل تومور هستند. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که استفاده از سیستم‌های دارورسانی پلیمری می‌تواند اثربخشی درمان را افزایش داده و عوارض جانبی را کاهش دهد. با این حال، همچنان نیاز به تحقیقات بیشتر برای بهینه‌سازی حامل‌های پلیمری و ارزیابی طولانی مدت ایمنی و کارایی آن‌ها وجود دارد. در مجموع، استفاده از مواد پلیمری به عنوان سیستم‌های دارورسانی امیدوارکننده و مؤثر برای درمان گلیوما به نظر می‌رسد و می‌تواند به پیشرفت در این زمینه کمک کند.

مراجع



- [1] B. Krishnamoorthy, V. Karanam, V. R. Chellan, K. Siram, T. S. Natarajan, and M. Gregory, "Polymersomes as an effective drug delivery system for glioma - A review," J. Drug Target., vol. 22, no. 6, pp. 469–477, 2014, doi: 10.3109/1061186X.2014.916712.
- [2] Y. Y. Tseng, T. Y. Chen, and S. J. Liu, "Role of polymeric local drug delivery in multimodal treatment of malignant glioma: A review," Int. J. Nanomedicine, vol. 16, pp. 4597–4614, 2021, doi: 10.2147/IJN.S309937.



کاربرد بیوپلیمرها در صنایع غذایی: رهایش مواد زیست فعال

به روش نانو کپسوله کردن

◀ مرضیه غلام marzieghm@aut.ac.ir

مقدمه

صنایع غذایی همواره به دلیل استفاده از روش های تولید، مواد و استراتژی های تصفیه غیر قابل تجزیه، غیر سازگار با محیط زیست و سمی مورد انتقاد قرار گرفته و نگرانی اصلی آلودگی پلاستیک است. پلاستیک های درجه غذایی مانند پلی اتیلن ترفتالات، پلی پروپیلن، پلی اتیلن با چگالی بالا و کم و پلی کربنات برای استفاده با مواد قابل تماس با مواد غذایی مورد تایید سازمان غذا و دارو بوده و به علت سهولت در ساخت، عملکرد، خواص و دفع آسان، پلیمرهایی بسیار پر کاربرد هستند. با این حال، عدم زیست تخریب پذیری منجر به تجمع آنها در طبیعت و در نتیجه مشکلات زیست محیطی و بهداشتی جدی می شود [۱]. جایگزین بهتر چنین موادی پلیمرهای طبیعی هستند که ویژگی هایی مشابه پلاستیک های معمولی دارند. این امر عرصه ای برای استفاده از بیوپلیمرهای خوراکی و زیست تخریب پذیر در تولید و بسته بندی مواد غذایی ایجاد می کند. این پلیمرها را می توان به طور کلی بر اساس منشأ به سه دسته کشاورزی، دریایی و حیوانی طبقه بندی کرد. شکل ۱، یکی از روش های طبقه بندی این مواد را نشان می دهد. چنین پلیمرهایی به عنوان مواد پوشش دهنده، فیلم ها و مواد بسته بندی یا مواد نگهدارنده و محافظ قابل استفاده هستند. توانایی تشکیل فیلم این پلیمرها در بسته بندی مواد غذایی و رهایش مواد فعال زیستی مانند داروها و مواد مغذی

مورد استفاده قرار می گیرد [۱ و ۲].

ترکیبات زیست فعال

ترکیبات زیست فعال ترکیبات فوق مغذی بوده که در مقادیر کم در غذاها یافت می شوند و مزایای سلامتی فراتر از ارزش غذایی اولیه محصول ارائه می دهند. امروزه این ترکیبات برای ارزیابی اثرات آنها بر سلامت مورد مطالعه قرار گرفته اند و خواص فیزیولوژیکی و رفتاری و اثرات ایمنی^۱ مفیدی برای آنها گزارش شده است.^۲ بیشتر ترکیبات زیست فعال دارای خواص آنتی اکسیدانی، ضد سرطانی، ضد التهابی و ضد میکروبی هستند و برخی از آنها اثرات محافظتی بر بیماری های قلبی عروقی نیز دارند [۳].



شکل ۱. دسته بندی بیوپلیمرها بر اساس منشأ آنها [۲]

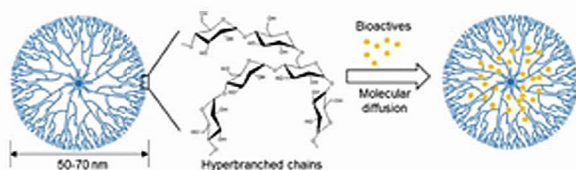
در حالی که طیف گسترده ای از ترکیبات زیست فعال از غذاها به دلیل کاربردهای آزمایشگاهی شناخته شده اند،

^۱Immunological Effect



۲ برخی از نمونه های ترکیبات زیست فعال عبارتند از: کاروتنوئیدها، فلاونوئیدها، کارنیتین، کولین، کوآنزیم کیو، دی تولیتون ها، فیتواسترول ها، فیتواسترول ها، گلوکوزینولات ها، پلی فنول ها و تورین. از آنجایی که ویتامین ها و مواد معدنی اثرات دارویی ایجاد می کنند، می توان آنها را نیز به عنوان ترکیبات زیست فعال طبقه بندی کرد.

برخوردار است و باید از ایمنی، کیفیت و کارایی آن‌ها هنگام استفاده در محصولات غذایی واقعی اطمینان حاصل شود. ترکیبات زیست فعال از نظر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی متفاوت بوده و این خواص تأثیر شگرفی بر برهمکنش‌های مولکولی آن‌ها با نانومواد دارند. در نتیجه، یکی از چالش‌های اصلی در طراحی و آماده سازی نانومواد کاربردی تنظیم ویژگی‌های ساختاری آن‌ها به منظور کپسوله‌سازی و تحویل یک ترکیب زیست فعال خاص است. شکل ۳ ویژگی نانوذرات و نحوه کپسوله کردن را بیان می‌کند. خوشبختانه، غذا به عنوان یک ماتریس پیچیده از اجزای مختلف از بیوپلیمرهای طبیعی تشکیل شده است که پتانسیل زیادی در ساخت نانو مواد کاربردی نشان داده‌اند [۵ و ۶].



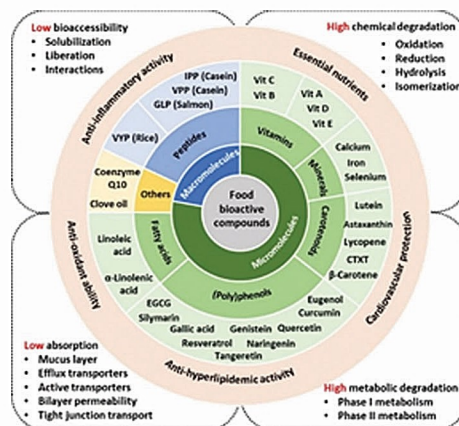
شکل ۳. شماتیک نانوذرات و مکانیسم کپسوله کردن [۶].

اگرچه ساختارهای مولکولی بیوپلیمرهای ناشی از مواد غذایی پیچیده‌تر و کمتر از مواد مصنوعی قابل دستکاری هستند، اما هنوز می‌توان از طریق تغییر خواص کلوئیدی آن‌ها از جمله رفتار خودآرایی، درجه واسرشتی^۲، آگریزی و برهمکنش‌های درون مولکولی هیدروژنی، ساختارهای قوی در مقیاس نانو ساخت [۶].

بیوپلیمرهای پر کاربرد

شکل ۴ مونومر تعدادی از بیوپلیمرهای مورد استفاده در زمینه نانوتکنولوژی نشان می‌دهد. پروتئین‌ها اولین نوع پلیمرهای زیستی با منشاء غذایی هستند که با نانوتکنولوژی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. پروتئین‌های

بسیاری از آن‌ها پس از مصرف به عنوان بخشی از مواد غذایی، چندان فعال نیستند. پایداری فیزیکی و شیمیایی این ترکیبات زیست فعال حین پردازش و ذخیره سازی به طور چشمگیری تحت تأثیر شرایط محیطی سخت قرار می‌گیرد و در عین حال عملکردهای بیولوژیکی آن‌ها اغلب توسط شرایط فیزیولوژیکی در بدن حین هضم و جذب تغییر می‌کند. شکل ۲ تعدادی از این ترکیبات و چالش‌های استفاده از آن‌ها را نشان می‌دهد [۴]. با افزایش روزافزون تقاضای غذایی سالم، توجه‌ها به فناوری‌های فرآوری مواد غذایی برای توسعه محصولات غذایی جدید و کاربردی سالم‌تر و بهبود یافته جلب شده است. در این زمینه، نانوتکنولوژی به صنایع غذایی معرفی شده و به طور گسترده برای بهبود پایداری شیمی فیزیکی و کارایی بیولوژیکی ترکیبات زیست فعال که یا به طور طبیعی در غذا هستند یا در طول فرآوری غنی شده‌اند، مورد مطالعه قرار گرفته است [۵].



شکل ۲. فواید سلامتی ترکیبات زیست فعال مختلف از غذا چالش‌های موجود در دستیابی به فعالیت‌های بیولوژیکی آن‌ها در بدن [۴].

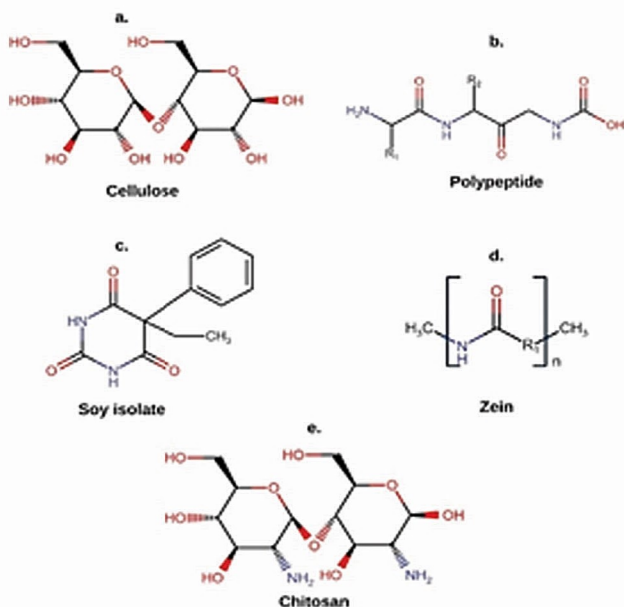
طراحی و تهیه نانومواد سازگار با مواد غذایی، که قادر به کپسوله کردن و رساندن دسته متنوعی از مواد مغذی به ماتریس‌های غذایی هستند از اهمیت حیاتی

^۲Denaturation Degree:

واسرشتی یا دناتوره شدن مولکول زیستی به معنی از دست دادن ساختار سه‌بعدی ماکرومولکول و اختلال در عملکرد آن است.



نانوذرات زین را به طور قابل توجهی بهبود بخشید [۷]. چندین پروتئین دیگر در آماده سازی نانوذرات به منظور کپسوله سازی و تحویل مورد بهره برداری قرار گرفته اند. پروتئین سویا به دلیل ترکیب متعادل اسیدهای آمینه غیرقطبی، قطبی و باردار به خوبی شناخته شده است و می تواند با ترکیبات زیست فعال مختلف از طریق گروه های عاملی مختلف تعامل داشته باشد. ژل سازی سرد و حل زدایی^۷ دو روش رایج برای تهیه نانوذرات هستند. روش اول مبتنی بر ژل شدن ناشی از کلسیم در دمای اتاق است. روش دوم، حل زدایی، دستکاری حلالیت در آب با افزودن آهسته یک ضد حلال (مانند اتانول) است [۷].



شکل ۴. مونومر تعدادی از بیوپلیمرها [۷]

نمونه دیگر پلیمرهای زیستی پلی ساکاریدها هستند. پلی ساکاریدها معمولاً طبیعت آبدوست دارند و نشان دهنده یک کلاس متنوع از بیوپلیمرهای طبیعی بوده که متشکل از پیوندهای گلیکوزیدی مونوساکاریدها هستند. پلی ساکاریدها دارای گروه های عاملی فراوانی از جمله گروه های هیدروکسیل، آمین و کربوکسیلیک اسید بوده که می توانند برهمکنش های مولکولی قوی با ترکیبات زیست فعال داشته باشند [۴]. برخلاف پروتئین هایی که دارای شبکه های پلیمری سوم و چهارم پیچیده و انعطاف پذیر هستند،

پروتئین ها بیوپلیمرهای آمفیفیلیک^۴ هستند که از نظر بیولوژیکی بر اساس ترکیبی از اسیدهای آمینه متنوع ساخته می شوند. پروتئین ها نه تنها غیر سمی و بسیار زیست سازگار هستند، بلکه میل ترکیبی قوی به ترکیبات زیست فعال از طریق انواع برهمکنش های مولکولی مانند پیوندهای هیدروژنی، برهمکنش های آبگریز و $\pi-\pi$ و همچنین پیوندهای دی سولفید دارند [۷و۴].

یکی از پروتئین های برگرفته از مواد غذایی که به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است زین، پروتئین موجود در ذرت است. زین^۵ به علت داشتن ترکیب ویژه ای از اسیدهای آمینه آبگریز و آبدوست، حلالیت منحصر به فردی در محلول های الکلی آبی ۵۰ تا ۹۵ درصد دارد. مولکول های زین به دلیل ساختار سوم تخصصی آن با شکلی شبیه منشور با ابعاد نانو، به عنوان نانوذرات به جای مونومر در محلول اتانول آبی وجود دارند. با توجه به این ویژگی، نانوذرات زین را می توان به آسانی با پراکنش^۶ مایع-مایع یا با خودآرایی ناشی از تبخیر حلال تهیه کرد. روش اول مبتنی بر کاهش سریع حلالیت آن برای القای تشکیل و انجماد نانوذرات زین است که اندازه آن به نیروی برشی و غلظت الکل نهایی بستگی دارد. روش دوم مبتنی بر تبخیر ترجیحی یکی از حلال ها است که قطبیت محلول زین را تغییر می دهد و باعث خودآرایی آن می شود. بسته به تغییر قطبیت حلال ها، زین ممکن است خود به ساختارهای نانومقیاس مختلف، از جمله کره ها، فازهای شش ضلعی، اسفنجی و لایه ای تبدیل شود. در مقایسه، پراکنش مایع-مایع به دلیل محصور کردن آسان مولکول های چربی دوست از طریق برهمکنش های آبگریز قوی، برای حمل و تحویل ترکیبات زیست فعال کاربرد بیشتری دارد. با یک تثبیت کننده آبی مناسب، مانند سطح فعال مولکولی کوچک یا هیدروکلئیدهای ماکرومولکولی، می توان پایداری کلئیدی

^۵ Zein

^۶ Dispersion

^۷ Disolvation



^۴ این نوع ترکیبات یک سر آبدوست و یک سر آبگریز دارند و به عنوان امولسیون ساز استفاده می شوند.

نتیجه گیری

خواص فیزیکی و شیمیایی نانوذرات تهیه شده از یک ماده زیستی منفرد، با در نظر گرفتن شرایط فیزیولوژیکی پویا و پیچیده در سراسر دستگاه گوارش، اغلب نمی تواند نیازهای عملی برای کاربردهای انتقال خوراکی در غذا را برآورده کند. در نتیجه، توسعه نانوذرات پیچیده یا هیبریدی که از ترکیب دو یا چند پلیمر زیستی ساخته می شوند، به یک حوزه نوظهور در نانوتکنولوژی مواد غذایی تبدیل شده اند. چنین سیستم هایی از نظر خواص کلوئیدی و کارایی های بیولوژیکی سودمند هستند، زیرا مزایای متعددی از هر ماده زیستی ترکیب می کنند. علاوه بر نانوذرات پیچیده مبتنی بر بیوپلیمرها، نانوذرات هیبریدی بیوپلیمر لیپیدی اخیراً به عنوان نانوحامل توسعه یافته اند. چنین سیستم های هیبریدی از لیپید جامد به عنوان ماتریس هسته برای بهبود بیشتر کپسوله کردن و رهایش پایدار استفاده می کنند. به طور خاص، اطلاعات کمی در مورد سرنوشت بیولوژیکی نانوذرات هیبریدی بیوپلیمر لیپیدی وجود دارد زیرا مکانیسم های دقیق جذب آن ها ممکن است به میزان قابل توجهی با اجزای جداگانه آن ها متفاوت باشد [۷]. در حال حاضر نتایج دقیقی درباره ایمنی و سلامت بلند مدت نانو کپسوله سازی در سطوح سلولی، حیوانی و مهم تر از آن، بالینی و میزان اثر بخشی این مواد ارائه نشده است و نیازمند

پلی ساکاریدها بسته به منشأ و منابعشان، ساختار نسبتاً ساده، خطی یا شاخه ای داشته و این امر آماده سازی نانو ساختارهای آن ها را ساده می کند [۷]. کیتوزان^۸، یک محصول استیل زدایی شده از کیتین، به دلیل بار سطحی مثبت منحصر به فرد آن هنگام حل شدن و پروتونه شدن در محیط آبی اسیدی و مهم تر از آن خاصیت چسبندگی مخاطی قوی، مورد مطالعه ترین پلی ساکارید برای دارورسانی خوراکی است. نانوذرات کیتوزان معمولاً به روش ژل یونی، از طریق برهمکنش های الکترواستاتیکی با آنیون های مولکولی کوچک، مانند تری پلی فسفات سدیم تهیه می شوند. کیتوزان همچنین می تواند توسط کمپلکس پلی الکترولیت با سایر ماکرومولکول های پلی آنیون که ممکن است یک پلی ساکارید، یک پروتئین/پپتید یا یک نوکلئیک اسید باشد، به نانوذرات تبدیل شود [۷].

آلژینات یک پلی ساکارید است که عمدتاً از جلبک ها و باکتری های قهوه ای استخراج می شود و متشکل از باقی مانده های گولورونیک اسید^۹ و مانورونیک اسید^{۱۰} است که به طور خطی توسط پیوند گلیکوزیدی به هم مرتبط شده اند. این ترکیب منحصر به فرد، باعث بروز رفتار ژل شدن عالی از طریق تشکیل اتصالات عرضی یونی با کاتیون های چند ظرفیتی، به ویژه کلسیم، می شود. از سال ۱۹۷۰، هیدروژل ها و میکروکره های آلژینات، به طور گسترده برای کپسوله سازی ترکیبات زیست فعال برای کاربردهای غذایی و زیست پزشکی مورد مطالعه قرار گرفتند [۷].

^۸ Guluonic acid

^{۱۰} Mannuronic acid



^۸ کیتوزان از استیل زدایی کیتین با محلول غلیظ هیدروکسید سدیم در دماهای بالاتر تولید می گردد. این فرآیند با هدف حذف استیل از کیتین از طریق حرارت دادن در غلظت بالایی از محلول قلیایی قوی انجام و باعث آزاد شدن استیل (CH_3CHO) از مولکول کیتین می شود.

Functionality and Applications in Food Products.” *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, vol. 28, Mar. 2017, pp. 96–109, <https://doi.org/10.1016/J.COCIS.2017.03.006>.

[7]Luo, Yangchao, et al. “Biopolymer-Based Nanotechnology Approaches to Deliver Bioactive Compounds for Food Applications: A Perspective on the Past, Present, and Future.” *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 68, no. 46, Nov. 2020, pp. 12993–3000, <https://doi.org/10.1021/ACS.JAFC.0C00277/A> SSET/IMAGES/MEDIUM/JF0C00277_0004.G IF.

تحقیقات بیشتری در این زمینه می‌باشد.

مراجع

[1]Gupta, Ishika, et al. “Biopolymers: Implications and Application in the Food Industry.” *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, vol. 46, Nov. 2022, p. 102534, <https://doi.org/10.1016/J.BCAB.2022.102534>.

[2]Baranwal, Jaya, et al. “Biopolymer: A Sustainable Material for Food and Medical Applications.” *Polymers*, vol. 14, no. 5, Mar. 2022, <https://doi.org/10.3390/POLYM14050983>.

[3]Hamzalioglu, Aytül, and Vural Gökmen. “Interaction between Bioactive Carbonyl Compounds and Asparagine and Impact on Acrylamide.” *Acrylamide in Food: Analysis, Content and Potential Health Effects*, Jan. 2016, pp. 355 – 76, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802832-2.00018-8>.

[4]Anal, Anil K., et al. “Emulsion Systems Stabilized with Biopolymers to Enhance Oral Bioaccessibility and Bioavailability of Lipophilic Bioactive Compounds.” *Current Opinion in Food Science*, vol. 50, Apr. 2023, p. 101001, <https://doi.org/10.1016/J.COFS.2023.101001>.

[5]Preethi, R., et al. “Biopolymer Nanocomposites and Its Application in Food Processing.” *Advanced Structured Materials*, vol. 126, 2020, pp. 283–317, https://doi.org/10.1007/978-981-15-3560-4_12.

[6]Moschakis, Thomas, and Costas G. Biliaderis. “Biopolymer-Based Coacervates: Structures,



کاربرد بیوپلیمرها در تصفیه آب و فاضلاب

hsdfatemeh@gmail.com

فاطمه حاج صادقی

مقدمه

شمار می‌روند. از جمله فلزات سنگین کادمیوم، آرسنیک، سرب، کروم، نیکل، جیوه، روی، نقره و مس که بسته به محدودیت‌های خاصی در بدن انسان، با شروع بیماری‌های مزمن و حتی مرگ مرتبط هستند. تاسیسات عملیات‌های معدنی، صنایع کود، دباغی، باتری سازی، صنایع کاغذ و سموم دفع آفات و غیره به عنوان مسئول تخلیه مستقیم یا غیرمستقیم فلزات سنگین در فاضلاب‌ها و محیط زیست شناسایی شده‌اند. همچنین حضور آلاینده های فیزیکی مثل ذرات معلق و رسوبات، و مواد معدنی و آلی دیگر موجود در آب به شدت می‌تواند حائز اهمیت باشد [۲].

انواع روش‌های تصفیه آب با بیوپلیمرها

فرآیندهای کلیدی که برای حذف آلاینده‌های جامد درشت مانند ذرات معلق و یون‌های فلزی استفاده می‌شوند، شامل روش‌های فیزیکوشیمیایی مختلف مانند رسوب شیمیایی، انعقاد، ازن زنی، جذب و تبادل یون، فیلتراسیون غشایی و فن‌آوری های تصفیه الکتروشیمیایی برای تصفیه فاضلاب هستند [۱].

اخیراً، از پلیمرهای زیستی به عنوان مواد سازگار با محیط زیست و پایدار برای پاکسازی آب استفاده می‌شود. آن‌ها را می‌توان در اشکال مختلف (به عنوان مثال، پودر، دانه و کامپوزیت) اعمال کرده تا به طور قابل ملاحظه‌ای قلیائیت، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی

آلودگی آب به یک موضوع عمومی تبدیل شده‌است و اکوسیستم‌ها و امنیت زندگی انسان‌ها را تهدید می‌کند. تخلیه فاضلاب از منابع صنعتی، کشاورزی و شهری دارای پیامدهای زیست محیطی قابل توجهی از جمله کاهش مواد مغذی و اکسیژن در آب است که می‌تواند بر سلامت انسان، حیات وحش و آبزیان تأثیر منفی بگذارد. حدود ۵۶ درصد از آب شیرین مورد استفاده در مصارف شهری، صنعتی و کشاورزی به عنوان فاضلاب تخلیه می‌شود و ۸۰ درصد از فاضلاب جهانی بدون نیاز به شرایط مناسب به محیط‌زیست ریخته می‌شود [۱]. انتشار نامناسب یا غیرقانونی فاضلاب صنعتی، کشاورزی و خانگی تصفیه نشده حاوی انواع آلاینده‌های آلی و معدنی، خطر بزرگی را برای سیستم‌های آبی به همراه دارد که به دلیل سمیت بالای آن‌ها، تأثیر منفی به همراه دارد [۲].

تصفیه فاضلاب شامل روش‌ها و تکنیک‌های مختلفی با هدف بازگرداندن آب مصرفی و یا آلوده شده به کیفیت مطلوب است. فرآیندهای شیمیایی، بیولوژیکی یا فیزیکی یا ترکیبی از آن‌ها پیشنهاد و پذیرفته شده‌اند تا آب را به سطح حداقلی از اثرات مضر یا خطرناک هم برای محیط زیست و هم انسان بازگردانند [۲].

انواع آلاینده‌های آب

چندین ماده به عنوان آلاینده‌های پایدار مسئول آلودگی آب به

استفاده از پلیمرها در تصفیه آب مزایای مختلفی از جمله افزایش خروجی آب آشامیدنی، افزایش ماندگاری فیلتر، حذف آسان تر مواد آلی محلول و pH و رسانایی مناسب را دارد. از پلیمرهای آنیونی طبیعی مانند هپارین می توان برای جایگزینی پلیمرهای مصنوعی با پل زدن یون های منعقدکننده با ذرات از طریق افزودن منعقدکننده های اولیه استفاده کرد. برخی از پلیمرهای خنثی طبیعی مانند نشاسته، سلولز، ژلاتین، چسب هاو پلی ساکاریدهای میکروبی را می توان به عنوان منعقد کننده برای کاهش کامل رسوب و بهبود جداسازی فازها استفاده کرد [۱].

از مزایای این روش می توان به هزینه سرمایه گذاری کم، راندمان بالا و سهولت اشاره کرد که سبب می شود این روش بتواند به طور موثر انواع آلودگی آب از جمله کدورت، رنگ ها، یون های فلزات سنگین، سایر ضایعات صنعتی / کشاورزی را اصلاح کند. در نتیجه، می توان آن را به عنوان یک فرآیند تصفیه آب بسیار مقرون به صرفه و کارآمد استفاده کرد [۱]. از طرفی این روش اگرچه روش ساده ای به نظر برسد، اما مواد اضافی و تولید زباله های جامد سمی، کار را برای دفع آنها دشوار می کند [۲].

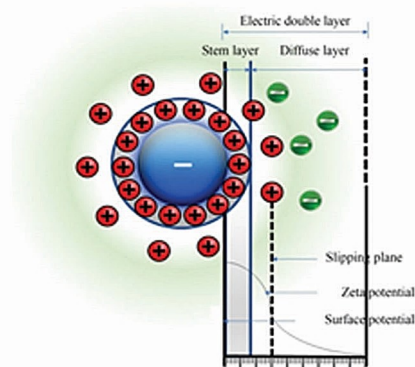
کاربرد بایوپلیمرها در فرآیند جذب سطحی

جذب یک فرآیند سطحی است که در آن گونه های جاذب از فاز مایع به سطح جاذب مهاجرت می کنند. این روش می تواند به طور موثر برای انتقال آلاینده ها از فاضلاب و تمرکز آن ها بر روی سطح جاذب استفاده شود. مطابق شکل ۲ گرادیان غلظت بین مایع و جاذب جامد عمده فرآیند جذب را هدایت

(COD)^۱، نیاز اکسیژن بیوشیمیایی (BOD)^۲، کل جامدات معلق (TSS)^۳، کل جامدات محلول (TDS)^۴ و مواد آلی طبیعی (NOM)^۵ را تا ۹۰ درصد از پساب های کاهش بدهند. علاوه بر این، آن ها ممکن است به طور فعال انواع مختلفی از آلاینده های آب مانند آلاینده های معدنی و آلی را از سیستم های آبی جذب کنند [۱].

کاربرد بایوپلیمرها در روش انعقاد-لخته سازی

انعقاد یک روش شیمیایی تصفیه آب است که شامل تغییر بارهای الکترواستاتیک ذرات معلق در آب برای حذف مواد جامد است. شکل ۱ ساختار دو لایه الکتریکی فرآیند انعقاد را نشان می دهد. مولکول های کوچک و باردار به آب وارد می شوند تا بارهای ذرات، کلوئیدها یا مواد چرب موجود در سوسپانسیون را مختل کنند. انتخاب منعقد کننده مناسب برای یک سیستم، عملکرد کلی سیستم و به ویژه راندمان حذف مواد جامد را با بهبود عملکرد فیلتراسیون و شفاف کننده بهبود می بخشد. واکنش های انعقادی در انواع کاربردهای تصفیه فاضلاب، از جمله حذف ذرات کلوئیدی از آب، امولسیون زدایی امولسیون های روغن، و رنگ زدایی استفاده می شود [۱].



شکل ۱: ساختار دولایه الکتریکی از فرآیند انعقاد در تصفیه آب [۱]

^۱ chemical oxygen demand
^۲ biochemical oxygen demand
^۳ total suspended solids

^۴ total dissolved solids
^۵ Natural Organic Matter
^۶ Coagulation-flocculation



^۷ bridging

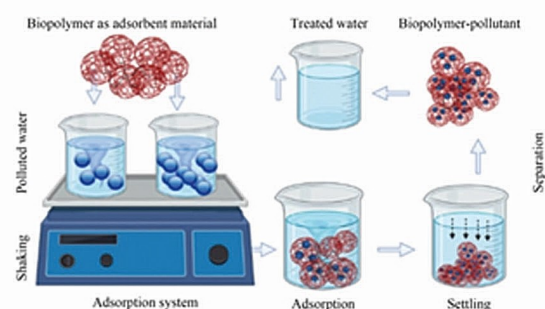
گرفتگی ستون تأثیر بگذارد [۳]. به طور خاص در جذب زیستی، از ترکیبات مولکولی زیستی به عنوان مواد کم هزینه برای حذف موثر و کارآمد فلزات سنگین استفاده می‌شود و روش‌های مختلفی پیشنهاد شده‌اند که از این پلیمرها، مانند کیتوزان، لیگنین، سلولز و کربوهیدرات‌ها از پوسته نارگیل، جک فروت، بلال و پوست ذرت و غیره استفاده می‌کنند. در این زمینه، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی محلول‌های پیشنهادی، ویژگی‌های مورفولوژیکی مانند تخلخل و توزیع منافذ داخلی، سطح و ماهیت (خصلت آب‌گریز و آب‌دوست سطح) و همچنین حضور گروه‌های عاملی، راندمان حذف و تصفیه آب را تنظیم می‌کند [۴].

جذب سطحی به دلیل مزایای مختلف مرتبط با آن، مانند راندمان بالا، سادگی عملیاتی، سهولت بازیابی و قابلیت بازیافت مواد، عمدتاً مورد استفاده قرار می‌گیرد اما متأسفانه، نیاز به انرژی بالا همراه با راندمان حذف فلز پایین و تولید ضایعات بالا به طور کلی جز معایب این روش است [۲].

کاربرد بایوپلیمرها در فرآیند غشایی

بیوپلیمرهای جاذب از منابع طبیعی مانند گیاهان، میکروارگانیسم‌ها و ... به دست می‌آیند و به دلیل خواص بیولوژیکی و فیزیکی خود، در فرآیندهای تصفیه آب بسیار مؤثر هستند به طوری که به دلیل ویژگی‌های خاصی که دارند مانند توانایی جذب آلاینده‌ها، قابلیت تخلیه آسان و قابلیت بازیافت، در فرآیندهای تصفیه آب به خوبی عمل می‌کنند [۴].

می‌کند و انتقال ماده جاذب کاملاً با نفوذ مولکولی انجام می‌شود [۱].

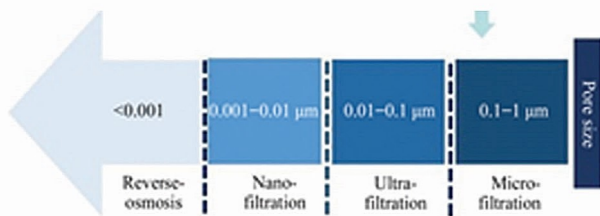


شکل ۲: شماتیک فرآیند جذب سطحی ناپیوسته در تصفیه آب [۱]

در سرتاسر سطح مشترک جامد-مایع، نفوذ مولکولی خود به خود را می‌توان با جریان‌های همرفتی بهبود بخشید تا انتقال جرم همرفتی را تشکیل دهد. این جریان‌های همرفتی باعث می‌شوند فاز مایع در یک حرکت دایره‌ای جابه‌جا شود و میانگین فرکانس برخورد مولکول‌های جاذب را افزایش دهد. این منجر به کاهش مقاومت انتشار و در نتیجه افزایش شار انتقال جرم در سطح مشترک جامد و مایع می‌شود. هنگامی که ماده آلاینده به سطح جاذب می‌رسد، تغییری در دینامیک مولکولی در ناحیه مشترک رخ می‌دهد. وجود گروه‌های عاملی مختلف بر روی سطح جاذب تا حد زیادی ماهیت تعاملی بین سطح جاذب و آلاینده را کنترل می‌کند [۱].

پارامترهایی مانند pH محلول، غلظت جاذب، اندازه ذرات جاذب، غلظت آلاینده اولیه، زمان برهمکنش، سرعت همزدن و نوع همزن را می‌توان از عوامل مؤثر در میزان جذب طی فرآیند دانست. همچنین طراحی ذرات جاذب (اندازه، مورفولوژی، پایداری شیمیایی و غیره) ممکن است به شدت بر خواص هیدرودینامیکی و





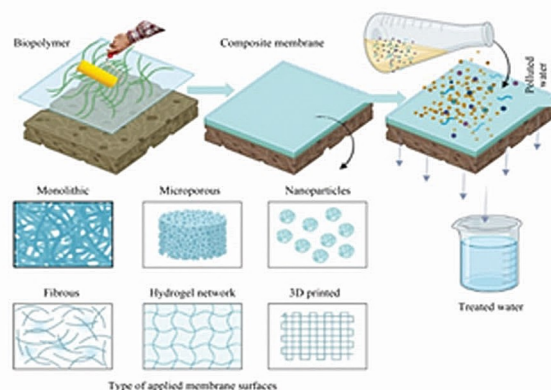
شکل ۴: انواع غشا با توجه به اندازه تخلخلها [۱]

روش تصفیه غشایی، در صورت ادغام با روش‌های موثر، با از بین بردن موفقیت آمیز آلاینده‌های مختلف آب، راندمان بالاتری را در تصفیه آب ارائه می‌دهند. این روش امکان طراحی صنعتی بهتر را با حذف نیاز به هرگونه مواد شیمیایی اضافی یا محصولات سمی فراهم می‌کند و غشاهای پلیمری به عنوان مناسب‌ترین غشاها برای کاربردهای تصفیه آب در نظر گرفته می‌شوند [۱].

کاربرد بایوپلیمرها در فرآیند تصفیه فوتوکاتالیستی

فوتوکاتالیز می‌تواند برای تصفیه آب مورد استفاده قرار گیرد. در این زمینه، منابع انرژی نور یا همان فوتون‌ها که توسط نور خورشید یا یک منبع فرابنفش ایجاد می‌شوند، در ارتباط با مواد نیمه هادی برای تجزیه آلاینده‌های آب استفاده می‌شوند (شکل ۵). هنگامی که یک سوسپانسیون فوتوکاتالیست حاوی آلاینده‌های آبی با انرژی نور کافی روشن می‌شود، فوتون‌ها با سطح کاتالیزور نیمه هادی برخورد می‌کنند [۱].

شکل ۳ انواع سطوح غشایی مورد استفاده را همراه با کاربرد آن‌ها با توجه به اندازه منافذ نشان می‌دهد که می‌تواند به صورت نانوذرات، رشته‌ها، ساختارهای میکرو متخلخل، هیدروژل‌های شبکه‌ای و ... باشند. از طرفی پارامتر کلیدی در فناوری جداسازی غشا فشار است [۱].



شکل ۳: شماتیک فرآیند غشایی تصفیه آب و انواع غشاهای رایج [۱]

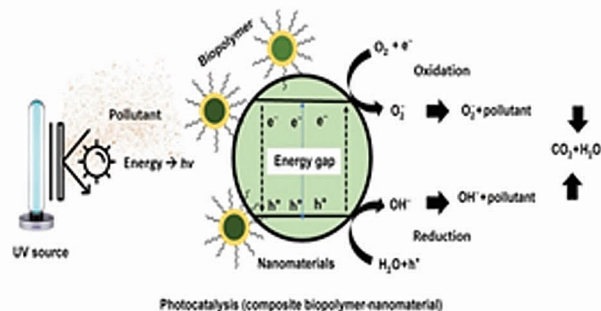
به طور کلی، با توجه به اندازه منافذ غشاء و مکانیسم‌های عملکرد، تکنیک‌های غشا تحت فشار طبق شکل ۴ به میکروفیلتراسیون^۸ (MF)، اولترافیلتراسیون^۹ (UF)، نانوفیلتراسیون^{۱۰} (NF)، اسمز معکوس^{۱۱} (RO) و اسمز رو به جلو^{۱۲} (FO) طبقه‌بندی می‌شوند. MF معمولاً برای حذف ذرات معلق، پروکاریوت‌ها، مخمرها و قارچ‌ها استفاده می‌شود، روش UF اغلب برای حذف ویروس‌ها، کلوئیدها و ماکرومولکول‌ها کاربرد دارد، روش NF بیشتر برای حذف سختی آب، فلزات سنگین و مواد آلی محلول استفاده شده و در نهایت روش RO برای نمک زدایی، استفاده مجدد از آب و تولید آب فوق خالص مورد استفاده است [۱].

نتیجه گیری

حذف آلاینده‌های نوظهور از فاضلاب برای اکوسیستم بسیار مهم است. طبق بررسی‌های انجام شده، مواد تشکیل دهنده پلیمرهای زیستی پتانسیل جایگزینی با مواد سنتی را دارند. پلیمرهای زیستی قابلیت رقابت قابل توجهی از نظر ظرفیت، اثربخشی، هزینه و زیست سازگاری در مقابل مواد رایج دیگر در این صنعت از خود نشان داده‌اند. به طور کلی تحقیقات انجام شده مربوط به بکارگیری پلیمرهای زیستی مختلف و کامپوزیت‌های آن‌ها در فناوری‌های انعقاد/لخته سازی، جذب سطحی، فناوری غشاء، فوتوکاتالیز و... تایید کننده این موضوع است [۳].

از بین موارد اشاره شده، جذب زیستی به طور کلی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است که این به دلیل زیست تخریب پذیری، زیست سازگاری و تجدیدپذیری سیستم پلیمری زیستی، در تصفیه فاضلاب است. البته کاربرد صنعتی این بیوپلیمرها در مقیاس وسیع هنوز در مراحل اولیه است. علاوه بر این، بازسازی پلیمرهای زیستی پس از جذب زیستی، و همچنین بازیابی آلاینده‌ها، در رقابت با مواد موجود برای تصفیه فاضلاب صنعتی حیاتی است. در نتیجه، تحقیقات کمی و کیفی بیشتری برای درک و بررسی پتانسیل پلیمرهای زیستی در تصفیه آب و فاضلاب مورد نیاز است [۲].

مطالعات تحقیقاتی آینده برای پیشرفت کاربردهای گسترده بیوپلیمرها در تصفیه فاضلاب از نظر چهار جنبه اصلی به شدت توصیه می شود. (۱) افزایش منابع بیوپلیمرها، (۲) بهبود فن آوری‌های استخراج و کشف منابع اضافی، (۳) بهینه سازی فرآیند



شکل ۵: مکانیزم عملکرد فرآیند تصفیه فوتوکاتالیستی توسط بیوپلیمرها [۱]

اخیراً، پلیمرهای زیستی مختلف مانند آلرینات، کیتین، کیتوزان، سلولز، پکتین و ... به دلیل ویژگی‌های مفیدشان به عنوان بخشی از مواد فوتوکاتالیستی در طی تخریب اکسیداتیو کاتالیستی آلودگی آلی، مورد استفاده قرار گرفته‌اند [۴].

زمان واکنش طولانی، ابزار و لوازم گران قیمت، و استفاده از ترکیبات خطرناک و گران قیمت از مشکلات این روش است. از طرفی بازیابی فوتوکاتالیست امکان پذیر است، اکسیژن محلول موجود در آب می‌تواند به طور مستقیم برای واکنش‌های تخریب فوتوکاتالیستی آلاینده‌های آلی استفاده شود [۱].

انتخاب اجزای مناسب برای ساخت فوتوکاتالیست‌ها یک مرحله حیاتی است. با این وجود، برخی از معایب مشخص شده برای کاتالیزورهای معمولی مانند پراکندگی محدود در آب، بازترکیب سریع جفت حفره های الکترونی، محدودیت‌های انتقال جرم و سمیت، آن‌ها را برای استفاده عملی در تصفیه خانه‌های آب نامناسب می‌کند [۱].



از طریق شناسایی عوامل اصلاح‌کننده و تعدیل پارامترهای عملیاتی و (۴) ارتقاء عمق تحقیقات کاربردی برای تجزیه و تحلیل سود هزینه و استانداردسازی فرآیند. با استناد به موارد اشاره شده، توسعه بیوپلیمرهای کم هزینه، ایمن و چند منظوره راه‌حلی‌های بلندمدتی را برای جایگزینی پلیمرهای زیستی اقتصادی ارائه خواهد داد [۳].

مراجع

- [1] A. M. Elgarahy et al, "Use of biopolymers in wastewater treatment: A brief review of current trends and prospects," Chinese Journal of Chemical Engineering, Dec. 01, 2023. doi: 10.1016/j.cjche.2023.05.018.
- [2] T. Russo et al, "Sustainable removal of contaminants by biopolymers: A novel approach for wastewater treatment. current state and future perspectives," Processes, Apr. 01, 2021. doi: 10.3390/pr9040719.
- [3] Annu et al, "Biopolymeric Nanocomposites for Wastewater Remediation: An Overview on Recent Progress and Challenges," Polymers (Basel), Jan. 2024, doi: 10.3390/polym16020294.
- [4] S. Sarode et al., "Overview of wastewater treatment methods with special focus on biopolymer chitin-chitosan," International Journal of Biological Macromolecules, Jan. 01, 2019. doi:10.1016/j.ijbiomac.2018.10.089.

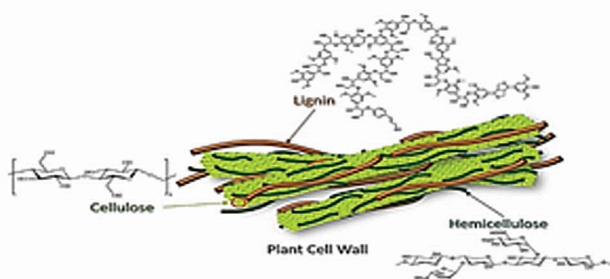


هیدروژل‌های مبتنی بر نانوسلولز مهندسی شده برای کاربردهای دارورسانی هوشمند

h_heydrinasab@aut.ac.ir

هلیا حیدری نسب

درون مولکولی پیوند برقرار می‌کنند (شکل ۱) [۲].



شکل ۱: ساختار زیست‌توده لیگنوسلولوزی [۲]

تهیه سلولز در ابعاد نانو، به دلیل عدم تجزیه سلولز در بدن و ازطرفی پیشرفت دانش نانو فناوری که منجر به ظهور پدیده‌های منحصربه‌فرد و نوین می‌شود، مورد توجه قرار گرفته است که در سال‌های اخیر به دلیل خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی قابل توجه‌اش نظیر زیست سازگاری، زیست تخریب پذیری و سمیت کم، توجه محققین زیادی را برای کاربردهای پزشکی به خود جلب کرده است. [۳]

در میان انواع سلولز برای دارورسانی هدفمند، نانوسلولز به دلیل ۱. استحکام کششی بالا و ۲. مدول الاستیک نانوساختارهای سه بعدی نانوسلولز (یعنی نانوبلورهای سلولز، نانوالیاف سلولز و سلولز نانوباکتریایی)، مناسب ترین و امیدوارکننده ترین ماده زیستی است [۲]. ساختار ژل آن‌ها به دلیل ماهیت بسیار هیدراته هیدروژل‌های مبتنی بر نانوسلولز حفظ می‌شود [۴]. آزادسازی پایدار داروها، آنزیم‌ها و آنتی‌بادی‌ها توسط واکنش حرارتی و pH هیدروژل‌های نانوسلولزی کنترل می‌شود [۲].

سیستم‌های سنتی دارورسانی اغلب با عوارض جانبی همراه هستند که عمدتاً ناشی از توزیع نامناسب و ویژگی‌های آزادسازی غیرقابل کنترل دارو است. برای غلبه بر این محدودیت‌ها، دارورسانی‌های کنترل شده و پیشرفته برای دستیابی به آزادسازی دارو در سایت‌های هدف، به شیوه‌ای کنترل شده، توسعه داده شده‌اند. در مقایسه با سیستم‌های دارورسانی معمولی، سیستم‌های دارورسانی^۱ هوشمند می‌توانند غلظت دارو را در اندام‌ها و بافت‌های هدف برای مدت زمان طولانی‌تری حفظ کنند. از این نظر، سیستم‌های دارورسانی هوشمند، خواص فوق العاده‌ای را برای کاهش نوسان غلظت دارو، کاهش سمیت دارو و بهبود اثربخشی درمانی ارائه می‌دهند.

به دلیل خواص منحصر به فرد در مقیاس نانو و عملکردهای زیستی خاص، نانومواد مختلف مزایای جالب و فرصت‌های جدیدی را برای DDS^۱های هوشمند فراهم می‌کنند [۱] [۲].

سلولز، به عنوان یکی از فراوان‌ترین زیست‌پلیمرهای موجود بر روی کره زمین شناخته شده و ساختار اولیه دیواره سلولی مواد لیگنوسلولزی را تشکیل می‌دهد که از نقطه‌نظر ساختاری، یک هموپلی‌ساکارید خطی با وزن مولکولی بالا و متشکل از واحدهای به هم مرتبط دی‌گلوکوپیرانوز است. واحد تکرار شونده این پلیمر زنجیره بلند، دایمر گلوکز (سلوبیوز) است و هر واحد شامل شش گروه هیدروکسیل و دو پیوند گلیکوزیدی می‌باشد که از طریق پیوند هیدروژنی بین مولکولی و



تولید بیوتکنولوژیک BNC

یکی از مهم ترین مسایل تولید BNC محیط کشت آن می باشد، زیرا ۵۰٪ تا ۸۰٪ از کل هزینه تولید را در بر می گیرد. متخصصان در حال تحقیق بر روی شناسایی ترکیب و حجم محیط کشت جدید مقرون به صرفه می باشند. گروهی از دانشمندان، تولید BNC را با استفاده از ضایعات کشاورزی مثل انجیر، نیشکر و خرما مورد مطالعه قرار دادند. بنابراین BNC را با استفاده از بستری از جنس ضایعات کشاورزی هم می توان تولید کرد که خواص و ریزساختار فیزیکی آن را حفظ می کند [۲].

نانوالیاف سلولز (CNF)

CNF ها مولکول های طولانی و انعطاف پذیری می باشند که ضخامت آنها در حدود ۱۰-۱۰۰ نانومتر بوده و از بخش های آمورف و کریستالی تشکیل می شوند و به دلیل ترکیب قطعات آمورف و کریستالی و افزایش اندازه سطح در مقایسه با CNC ها، به عنوان یک ماده تقویت کننده جذاب برای کامپوزیت ها و پلیمرها استفاده می شوند [۵] [۲].

تولید CNF

منابع زیست توده سلولزی مانند پنبه، کنف، نخل، کتان، برنج و خمیر چوب برای استخراج CNF از طرق مختلف مورد استفاده قرار گرفته اند [۲] [۶].

نانوکریستال های سلولز (CNC)

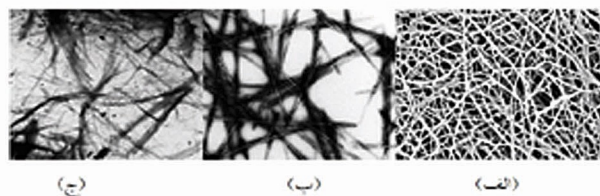
نانوکریستال های سلولزی، کریستال های میله ای شکل بوده با قطری در محدوده ۵-۷ نانومتر و طول ۱۰۰-۲۵۰ نانومتر

خواص نانوسلولز [۳] [۲]

۱. زیست تخریب پذیری سریع
۲. سمیت زیست محیطی کم
۳. عدم سمیت سلولی
۴. جذب آب بالا
۵. شکل پذیری
۶. تخلخل
۷. دوام بالا
۸. غیر آلرژیک بودن

انواع و تولید نانوسلولزها

نانوسلولزها عموماً بر اساس اندازه، عملکرد و روش های تولید به سه نوع تقسیم می شوند: ۱. نانوسلولز باکتریایی ۲. نانوالیاف سلولز^۳ ۳. نانوکریستال های سلولز^۴ (شکل ۱) [۲]



شکل ۲: تصاویر میکروسکوپ الکترونی از (الف) نانوسلولز باکتریایی، (ب) نانوکریستال سلولز و (ج) نانوالیاف سلولز [۲]

نانوسلولز باکتریایی (BNC)

نانوسلولز باکتریایی (BNC)، سلولزی با درصد خلوص و بلورینگی بالا می باشد که توسط گونه های باکتریایی خاص مانند استوباکتر زایلینوس^۵ و گلوکونااستوباکتر زایلینوس^۶ و ریزوبیوم^۷، آئروباکتر^۸، آزتوباکتر^۹، سالمونلا^{۱۰} یا سارسینا^{۱۱} در محیط های آبی حاوی منبع قندی تولید می شود. [۲].

^۶ Bacterial nanocellulose

^۷ Cellulose nanofibrils

^۸ Cellulose nanocrystals

^۹ Acetobacter xylinus



^۵ Gluconacetobacter xylinus

^۶ Rhizobium

^۷ Aerobacter

^۸ Azotobacter

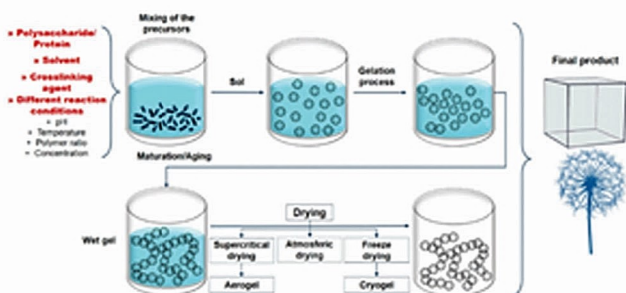
^{۱۰} Salmonella

^{۱۱} Sarcina

روش می‌تواند منجر به افزایش دقت و کارایی در تحویل داروها به سلول‌ها شود. همچنین، استفاده از نانوسلولز می‌تواند به کاهش اثرات جانبی مرتبط با داروها کمک کند و راه‌های جدیدی برای درمان بیماری‌ها ارائه دهد (شکل ۵).

آئروژل‌های نانوسلولزی

پراکندگی ذرات نانوسلولز در آب با کمک تکنیک‌های مکانیکی یا اولتراسونیک^{۱۵} برای تولید آئروژل‌های نانوسلولز استفاده می‌شود. آئروژل‌های مبتنی بر نانوسلولز، با استفاده از سلولز فراوان و پایدار به‌عنوان ماده خام، نسل سوم آئروژل‌ها را ارائه می‌دهند که آئروژل‌های سنتی را با تخلخل بالا و سطح ویژه بزرگ و همچنین خواص عالی خود سلولز ترکیب می‌کنند. توانایی تشکیل کریستال نانوسلولز بالاتر از سایر انواع سلولز است. ساختار اسکلتی نانوسلولز از دسته‌های نانوالیاف تشکیل شده است که با یکدیگر مرتبط هستند. در نتیجه ساختار آن نسبت به سایرین مساحت کمتری دارد و هیچ ویژگی الاستیک خطی و شفافیت نوری ندارد. ویژگی‌های مورفولوژیکی و اندازه منافذ آئروژل‌های نانوسلولزی^{۱۶} به شدت تحت تأثیر ویژگی‌های حرارتی و مکانیکی است. حالت‌های کلی آماده‌سازی و شرایط خشک شدن بر نوع ژل تشکیل شده تأثیر می‌گذارد (شکل ۶) [۲].



شکل ۶: حالت‌های کلی آماده‌سازی آئروژل‌های پلیمری زیستی [۲]

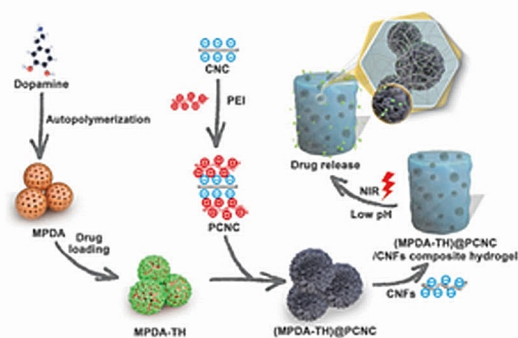
که در مقایسه با نانوالیاف‌ها، انعطاف پذیری کمتری دارند چرا که فاقد بخش‌های آمورف می‌باشند [۵] [۲].

هیدروژل‌های مبتنی بر BNC

روش‌های مختلف اتصال متقابل برای فرموله کردن هیدروژل‌های مبتنی بر BNC مورد مطالعه قرار گرفته است. پلیمریزاسیون رادیکالی با UV^{۱۳} یک مونومر (هیدروکسی اتیل) متاکریلات^{۱۴} (HEMA) در ساختار BNC برای تشکیل هیدروژل‌های مبتنی بر BNC استفاده می‌شود. استحکام مکانیکی در هیدروژل‌های تولید شده توسط BNC و HEMA به دلیل ماهیت زیست‌سازگار آن‌ها مشاهده می‌شود. بنابراین، هیدروژل‌های نانوسلولز را می‌توان از روش‌های مختلف سنتز کرد. اندازه مش الیاف، اندازه توزیع منافذ هیدروژل آماده شده و ساختار یک شبکه را تعیین می‌کند. هیدروژل‌ها به دلیل افزودن یون‌ها، پروتئین‌ها، پلیمرها و کopolymerها رنگی می‌شوند. همچنین، هیدروژل‌ها از حالت شفاف به دلیل محتوای جامد بالاتر، کدر به نظر می‌رسند [۲].

تحویل دارو از طریق نانوسلولز

تحویل دارو از طریق نانوسلولز می‌تواند بهبود موثری در جذب و استفاده از داروها توسط بدن ایجاد کند. این



شکل ۵: تصویر شماتیک از فرآیند ساخت و رفتار رهاسازی دارو هیدروژل کامپوزیتی MPDA@PCNC/CNFs تحت شرایط pH مختلف و تابش نور NIR [۴].

¹³ in situ UV radical polymerization ¹⁵ ultrasonic techniques
¹⁴ (hydroxyethyl)methacrylate ¹⁶ nanocellulose aerogels



هیدروژل‌های حساس به pH

می‌شود. محققین دیگری گزارش کردند که هیدروژل‌های مبتنی بر کیتوسان به طور انتخابی داروها را از طریق کوپلیمریزاسیون اکریلیک اسید و-N ایزوپروپیل آکریل آمید در $pH=7.4$ در مقایسه با $pH=3$ آزاد می‌کنند. این هیدروژل‌ها با ظرفیت تورم بالاتر در $pH=7.4$ ، پاسخگویی به pH عالی دارند و می‌توانند کاندید خوبی برای سیستم‌های دارورسانی هوشمند باشند. همچنین توسعه هیدروژل‌های پاسخگو به pH وابسته به کیتوسان و استفاده از آن‌ها در یک سیستم تحویل داروی کنترل شده، کمک بسیار خوبی در نانویزشکی هدفمند است [۶][۲].

هیدروژل‌های تزریقی

استفاده از هیدروژل‌های تزریقی در بافت‌ها درد کمتری دارد و کم هزینه‌تر است. همچنین به فرو بردن داخل بدن نیاز ندارد. بنابراین، بیماران با هیدروژل‌های تزریقی احساس ناراحتی کمتری می‌کنند و استفاده بالینی از هیدروژل‌های تزریقی به طور گسترده مشاهده می‌شود. هیدروژل‌های درجا تشکیل‌شده و رقیق‌شونده برشی^{۱۹} دو نوع هیدروژل تزریقی هستند. از یک دستگاه تزریق برای انتقال یک پیش‌ساز هیدروژل آبی به محل انتخاب شده استفاده می‌شود که با گذشت زمان به هیدروژل تبدیل می‌شود. برای پیاده‌سازی به یک روش انتقال سل-ژل برای این مواد در محیط فیزیکی بافت انتخاب شده نیاز است. این روش به گرما یا مواد شیمیایی سمی نیاز ندارد [۶][۲].

علاوه بر این، هیدروژل‌های تزریقی باید خواص مختلفی مانند تخلخل، چسبندگی، زیست‌سازگاری،

در میان انواع مختلف مواد هوشمند، هیدروژل‌های پاسخ‌دهنده به عنوان دسته‌های مهم ژل‌ها در نظر گرفته می‌شوند، زیرا به عنوان مواد زیستی عمل می‌کنند و در سیستم‌های دارورسانی پایدار و هدفمند استفاده می‌شوند. برای تشکیل هیدروژل‌های پاسخ‌دهنده، تکنیک‌های مختلفی استفاده شده است. در این هیدروژل‌ها، عوامل فیزیکی، یعنی pH نقش مهمی در تغییر ترکیب، توانایی تورم، و ظرفیت فلورسانس و رفتار انتقال دارو ژل ایفا می‌کنند. ظرفیت تورم یک هیدروژل اساسی‌ترین و مهم‌ترین ویژگی آن است. شکل، پایداری و حجم هیدروژل‌ها به تورم ژل بستگی دارد. همچنین بر سیستم‌های تحویل دارو تأثیر می‌گذارد. حساسیت به pH و رفتار نسبت به تغییرات pH مورد مطالعه قرار گرفته است. گروهی از محققین با استفاده از N-ایزوپروپیل آکریل آمید^{۱۷} اصلاح‌شده، یک هیدروژل با دو پاسخ‌دهی از نظر pH و پاسخ‌دهی به دما به طور همزمان مورد مطالعه قرار دادند. این نوع هیدروژل‌ها با توجه به ظرفیت تورم خود به pH پاسخ می‌دهند.

گروه دیگری از محققین هیدروژل‌های نانوالیاف مبتنی بر ابریشم را بررسی کردند و دریافتند که آن‌ها به تغییرات pH حساس هستند و در آزادسازی دوکسوروبیسین^{۱۸} نقش دارند. بنابراین، دوکسوروبیسین به طور موثر در $pH=4.5$ آزاد می‌شود. محققین دیگری گزارش کردند که هیدروژل‌های مبتنی بر کیتوسان به طور انتخابی داروها را از طریق کوپلیمریزاسیون اکریلیک اسید و-N ایزوپروپیل آکریل آمید در $pH=7.4$ در مقایسه با $pH=3$ آزاد

^{۱۷} N-isopropylacrylamide

^{۱۹} shear thinning

^{۱۸} doxorubicin



مغناطیسی فعال باشند تا به عنوان یک حامل هدفمند دارو، همراه با کاربردهای عملی عمل کنند [۶][۷].

حمل و نقل هوشمند داروهای درمانی

در مطالعات اخیر، قابلیت استفاده از CNF خشک شده به عنوان یک ماده جدید برای قرص سازی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. CNFهای خشک شده با اسپری از نظر ویژگی های مکانیکی و فیزیکی مورد بررسی قرار گرفتند و با رایج ترین انواع سلولز میکرو کریستالی (MCC)^{۲۲}، یعنی Avicel PH-۱۰۱ و Avicel PH-۱۰۲ مقایسه شدند. خواص مکانیکی، مانند نسبت سطح به حجم، MCC و MFC متفاوت بود، اما خواص شیمیایی آن ها مشابه بود. پاراستامول^{۲۳} به عنوان یک مدل در ساخت قرص و پودر CNF یا ترکیب آن با MCC با استفاده از فشرده سازی مستقیم یا دانه بندی مرطوب قرص ها استفاده شد. فشرده سازی مستقیم و دانه بندی مرطوب برای CNF، که خواص شکل پذیری کمتری داشت و نسبت به تغییر شکل دائمی حساسیت کمتری داشت، مفید بود. در مطالعات انحلال و تجزیه، آزادسازی داروها از طریق قرص فشرده سازی مستقیم با CNF بالا بود. با این حال، هیچ تفاوت مهمی از طریق سیستم های دانه بندی مرطوب مشاهده نشد [۲].

در مطالعه دیگری، آزادسازی دارو متفورمین هیدروکلراید^{۲۴} با استفاده از دانه های ژل سلولز/آلژینات سنتز شده از طریق اکستروژن قطرات یا رسوب ارزیابی شد. اثر بر انتشار و پایداری دارو با مطالعه سه نوع متمایز از الیاف سلولزی، به عنوان مثال، MCC، MFC و الیاف پنبه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که خواص مکانیکی و پایداری حرارتی آلژینات به دلیل وجود سلولز در آن افزایش می یابد. خواص مکانیکی،

زیست تخریب پذیری و سازگاری مکانیکی را برآورده کند. برخی از هیدروژل ها علاوه بر تشکیل درجه هیدروژل ها، ویژگی های رقیق شونده برشی را نیز نشان می دهند. برخی از هیدروژل ها ساختار ژل خود را پس از تزریق حفظ می کنند و در هنگام تزریق چسبناک تر هستند. هیدروژل های نانوسلولز، نمونه هایی از مواد رقیق شونده برشی هستند. آن ها به دلیل خاصیت جاری شدن تحت تنش برشی به عنوان بیومواد تزریقی مناسب هستند. پیوندهای عرضی فیزیکی یا شیمیایی برای تهیه هیدروژل های تزریقی استفاده می شود [۶][۲].

هیدروژل های مغناطیسی

پاسخ درمانی هیدروژل ها به زمان شناسایی دارو بستگی دارد. با این حال، توانایی مداوم حمل و نقل دارو با هیدروژل های معمولی ناکافی است. هیدروژل های مغناطیسی این توانایی را دارند که داروها را تحت تأثیر نیروی محرکه الکتریکی (EMF) برای مدت طولانی نگه دارند. حامل های داروی مغناطیسی توسط EMF در سیستم های دارورسانی مغناطیسی در آسیب شناسی محل آسیب دیده بهبود می یابند. علاوه بر این، انتشار دارو توسط EMF کنترل می شود. هیدروژل های مغناطیسی حاوی دارو باعث افزایش کارایی دارو، کاهش مقدار مصرف و دفعات مصرف دارو و کاهش درجه آسیب به اندام ها می شود. فرمول هیدروژل های مغناطیسی با کیتوسان، β -گلیسروفسفات^{۲۰} و MNPs برای افزایش مدت زمان و اثر ضد توموری باسیلوس کالمت-گوئرین^{۲۱} در مثانه ایجاد شده است. بنابراین، هیدروژل های توسعه یافته باید از نظر

²⁰ β -glycerophosphate

²¹ Bacillus Calmette-Guérin

²² microcrystalline cellulose

²³ Paracetamol



²⁴ metformin hydrochloride

است. اتصال ساختاری پلیمر با مولکول‌های داپسون^{۳۱} فعال، یک استراتژی هوشمند بالقوه برای بهبود کارایی درمانی داپسون و کاهش محدودیت‌های داپسون است. تشکیل پراکندگی کلئیدی می‌تواند یک راه کارآمد برای داروهای جانبی، به عنوان مثال، داپسون پلی‌آکریل آمید^{۳۲} باشد ایجاد گروه های عاملی از طریق پلیمریزاسیون باز کردن حلقه^{۳۳} انجام می‌شود[۴][۱][۲][۶].

آزادسازی مداوم داروهای درمانی از پلیمرها را می‌توان با پیوند بین پلیمرها و مولکول‌های دارو مرتبط کرد. هر چه پیوندها ضعیف‌تر باشند، نرخ رهاسازی دارو بیشتر است و بالعکس. استراتژی‌های مختلفی که به طور کووالانسی گروه‌های عاملی واکنشی را متصل می‌کنند عبارتند از (۱) واکنش تیولن^{۳۴} (۲) واکنش‌های اکسید^{۳۵} (۳) افزودن مایکل^{۳۶} (۴) سنتز ایمین و هیدرازون^{۳۷} (۵) استر سازی (۶) واکنش دیلز-آلد^{۳۸}. این واکنش‌ها به طور موثری برای عامل دار کردن پلیمر برای بهبود عملکرد دارورسانی استفاده شده است[۲].

در نتیجه نانوسلولز به دلیل شیمی سطح قابل تنظیم، استحکام مکانیکی بالا و خواص سطحی به عنوان یک نانومواد نسل بعدی ظهور کرده‌است. توسعه هیدروژل های نانوسلولزی با صرفه اقتصادی و سازگار با محیط زیست میزان استفاده از مواد مبتنی بر مواد پتروشیمیایی را کاهش می‌دهد. از نانوسلولز می‌توان به عنوان یک پلیمر زیستی استفاده کرد که مقدار زیادی مولکول گلوکز را بدون ایجاد عوارض جانبی برای بدن تولید می‌کند. به این ترتیب، دیدگاه‌های اصلی در مورد کاربردهای زیست‌پزشکی آن زیست سازگاری،

رهایش دارو و تورم دانه‌های آلزینات را می‌توان با استفاده از سلولز که به عنوان یک اصلاح‌کننده کارآمد عمل می‌کند، تنظیم کرد[۲]. در مطالعه دیگری، یک سیستم دارورسانی مبتنی بر BNC برای افزایش زمان ماند اکتیدین^{۳۵} ضد عفونی کننده تا ۱ هفته و افزایش کارایی خواص ضد میکروبی، مکانیکی و زیست سازگاری ایجاد شد. BNCها با بارسطحی بالا، به صورت مایسل و ژل تولید شدند[۲]. در مطالعه دیگری، یک سیستم آزادسازی کنترل شده جدید برای بربرین هیدروکلراید^{۳۶} و بربرین سولفات^{۳۷} با استفاده از غشاهای نانوسلولز باکتریایی (BNC) توسعه یافت. در مقایسه با حامل‌های صنعتی، زمان انتشار دارو با استفاده از حامل BNC افزایش یافت. تحویل دارو توسط غشاهای BNC، که ضخامت آن‌ها ۱۰ میلی متر بود، انجام شد. سرعت انتشار متوسط در شرایط قلیایی مشاهده شد. کمترین سرعت در مایع معده شبیه سازی شده یا محلول H₂SO₄ مشاهده شد، در حالی که سریع‌ترین سرعت در مایع روده شبیه سازی شده مشاهده شد[۲].

عامل دار کردن پلیمر برای بهبود عملکرد دارورسانی

اصلاحات مختلف^{۳۸} پس از پلیمریزاسیون به عنوان استراتژی‌هایی برای بهبود عملکرد دارورسانی شناخته می‌شود. کوپلیمریزاسیون مونومرهایی که دارای دسته های شیمیایی انتخابی^{۳۹} هستند، تمایل و فعالیت برای پلیمریزاسیون نشان نمی‌دهد. با این حال، عملکرد مورد نظر را می‌توان با ایجاد یک گروه عاملی خاص ایجاد کرد. برای مثال پگیله کردن^{۴۰} معروف و پرکاربرد است اما دارای محدودیت‌هایی مانند تضاد با داروهای چربی دوست

²⁵ antiseptic octenidine

²⁶ berberine hydrochloride

²⁷ berberine sulfate

²⁸ modifications

²⁹ chemoselective handles

³⁰ PEGylation

³¹ dapsonemolecules

³² dapson polyacrylamide

³³ ring-opening metathesis polymerization

³⁴ thiolene reaction

³⁵ oxime reactions

³⁶ Michael addition

³⁷ imine and hydrazone synthesis

³⁸ Diels-Alder reaction



مراجع

- [1] "Smart drug delivery system based on nanocelluloses," *Journal of Bioresources and Bioproducts*, vol. 2, no. 1. 2017. doi: 10.21967/jbb.v2i1.125.
- [2] S. Liu, S. A. Qamar, M. Qamar, K. Basharat, and M. Bilal, "Engineered nanocellulose-based hydrogels for smart drug delivery applications," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 181, pp. 275–290, 2021, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2021.03.147.
- [3] A. Dufresne, "Nanocellulose: a new ageless bionanomaterial," *Mater. Today*, vol. 16, no. 6, pp. 220–227, Jun. 2013, doi: 10.1016/j.mattod.2013.06.004.
- [4] Y. Liu, Q. Fan, Y. Huo, M. Li, H. Liu, and B. Li, "Construction of nanocellulose-based composite hydrogel with a double packing structure as an intelligent drug carrier," *Cellulose*, vol. 28, no. 11, pp. 6953–6966, Jul. 2021, doi: 10.1007/s10570-021-03978-5.
- [5] J.-H. Kim et al., "Review of nanocellulose for sustainable future materials," *Int. J. Precis. Eng. Manuf. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 197–213, Apr. 2015, doi: 10.1007/s40684-015-0024-9.
- [6] Y. Ai et al., "Nanocellulose-based hydrogels for drug delivery," *J. Mater. Chem. B*, vol. 11, no. 30, pp. 7004–7023, 2023, doi: 10.1039/D3TB00478C.
- [7] A. Gennari, A. J. Führ, G. Volpato, and C. F. Volken de Souza, "Magnetic cellulose: Versatile support for enzyme immobilization -June, p. 116646, 2020, doi: 10.1016/j.carbpol.2020.116646. A review,"

تجدیدپذیری، آب دوستی و زیست تخریب پذیری است. همچنین ژل/هیدروژل های مبتنی بر نانوسلولز را برای فرمولاسیون دارویی هوشمند و پایدار قابل استفاده هستند. اساساً، بیوپلیمرها و بیومواد به دلیل ویژگی های فیزیکی، شیمیایی، زیست سازگاری و زیست تخریب پذیری مطلوب، گزینه ای عالی برای اهداف زیست پزشکی هستند. با این حال، سیستم های دارورسانی مبتنی بر نانوسلولز ممکن است باعث تجمع نانوسلولز در بدن شوند. بنابراین، اثرات بهداشتی، خطرات ایمنی، و ویژگی های سم شناسی باید ارزیابی و بررسی شود. مطالعات بر روی ژل ها/هیدروژل های مبتنی بر نانوسلولز متنوع برای فرآیندهای آزادسازی داروی هوشمند در شرایط آزمایشگاهی یا در نمونه های آزمایشی حیوانی، حمل و نقل پایدار و کنترل شده را در هر مورد نشان داده است. با این حال، تحقیقات بالینی بر روی انسان وجود ندارد. سینتیک آزادسازی داروهای مختلف آبریز و آب دوست ضعیف و بسیار محلول در آب را می توان از طریق توسعه فرمول های مبتنی بر نانوسلولز کنترل کرد. بنابراین، نانوسلولز می تواند سیستم را با روشی پایدار و کنترل شده بهبود بخشد. در نتیجه، این نانو ماده سبب پتانسیل بالایی برای تحویل دارو و سایر کاربردهای زیست پزشکی نشان می دهد.



کاربرد بایوپلیمرها در صنایع دریایی

pariaahouie@aut.ac.ir

◀ پریا آهوئی

mahdiasadi@aut.ac.ir

◀ مهدی اسدی گلورزی

داده و منجر به مصرف بیشتر سوخت و افزایش هزینه‌ها می‌شود. همچنین، باعث خسارات اقتصادی با تغییر شکل تورهای ماهیگیری و کاهش دقت حسگرها می‌گردد. زیست‌آلودگی به مشکلات زیست‌محیطی و ایمنی از جمله افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای و خوردگی مواد نیز منجر شده و سالانه بیش از ۱۵۰ میلیارد دلار هزینه دارد. برای مقابله با این مشکل، استراتژی‌های مختلفی توسعه یافته‌اند که پوشش‌های ضد رسوب به دلیل کارایی و هزینه نگهداری کم، موثرترین آن‌ها هستند. در گذشته، تری بوتیل‌تین^۴ (TBT) به عنوان ماده زیست‌کش در این پوشش‌ها استفاده می‌شد تا اینکه در سال ۲۰۰۸ به دلیل سمیت بالا ممنوع شد. جایگزین‌های حاوی فلزات سنگین مانند مس و روی نیز خطرات زیست‌محیطی دارند. تحقیقات اخیر بر پوشش‌های ضد رسوب سازگار با محیط زیست متمرکز شده‌اند. این مقاله پیشرفت‌های این حوزه را بررسی کرده، مزایا و معایب هر نوع پوشش را تحلیل می‌کند و بر سطوح اصلاح شده با پپتیدهای ضد باکتری تاکید دارد. هدف در اینجا ارائه راهنمایی برای توسعه پوشش‌های ضد رسوب دریایی کارآمد دارای طیف وسیع و سازگار با محیط زیست است.

مکانیزم چسبندگی و رسوب‌گذاری

چسبندگی ارگانوسم‌های رسوب‌گذار دریایی یک

موجودات دریایی باعث آسیب جدی به تجهیزات دریایی می‌شوند. پوشش‌های ضد رسوب سنتی که شامل فلزات سنگین هستند، به محیط زیست آسیب می‌زنند و کاربرد عملی ندارند و به دلیل نگرانی‌های زیست‌محیطی، تحقیقات به سمت پوشش‌های ضد رسوب سازگار با محیط زیست و گسترده‌تری هدایت شده است. این گزارش به بررسی تشکیل و مکانیسم رسوب زیستی پرداخته است و به پیشرفت‌های اخیر در پوشش‌های سازگار با محیط زیست که شامل پوشش‌های رهایش‌گرفتگی، پوشش‌های فوتوکاتالیتیک^۱، مواد میکرو/نانو ساختار و پوشش‌های هیدروژلی است، نگاهی می‌اندازد. تمرکز ویژه بر پپتیدهای^۲ ضد میکروبی و روش‌های اصلاح سطحی که دارای فعالیت ضد میکروبی گسترده و دوست‌دار محیط زیست هستند، آن‌ها را به عنوان پوشش‌های ضد رسوب دریایی امیدوارکننده نشان می‌دهد. همچنین در آخر، جهت‌گیری‌های تحقیقات آینده برای توسعه راه‌حل‌های مؤثر و پایدار ضد رسوب مورد بررسی قرار گرفته است.

مقدمه [۳]

زیست‌آلودگی، چسبیدن و استعمار سطوح مرطوب توسط ارگانوسم‌هایی مانند جلبک‌ها، بارناکل‌ها^۳ و صدف‌ها، تأثیرات قابل توجهی بر صنایع دریایی دارد. این پدیده وزن و مقاومت اصطکاکی کشتی‌ها را افزایش

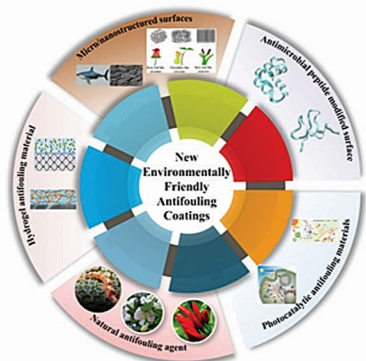
^۱ photocatalytic
^۲ peptides



^۳ barnacle
^۴ Tri-n-butyltin

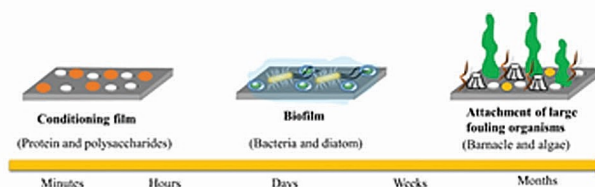
پوشش‌های جدید ضد رسوب سازگار با محیط زیست

از زمان کشتی‌های چوبی، روش‌های مختلفی برای جلوگیری از رسوب‌گذاری زیستی مورد استفاده بوده‌اند، از جمله پوشاندن بدنه کشتی با فلزات مانند سرب و مس و یا استفاده از قیر داغ، قطران و گریس. با ظهور کشتی‌های آهنی، این روش‌ها به دلیل تسریع خوردگی و کاهش سرعت کشتی‌ها کنار گذاشته شدند و در اواخر قرن ۱۸، مواد سمی مانند آرسنیک، گوگرد و جیوه برای محافظت از بدنه کشتی‌ها استفاده می‌شد [۷]. در دهه ۱۹۵۰، پوشش‌های حاوی ارگانوسنتین برای جلوگیری از رسوب دریایی محبوب شدند، اما تجمع این مواد در موجودات مختلف، ایجاد جهش‌های ژنتیکی و خطرات بهداشتی را به همراه داشت [۸]. در سال ۲۰۰۱، سازمان بین‌المللی دریانوردی (IMO) به دلیل اثرات مضر زیست‌محیطی، استفاده از این پوشش‌ها را از سال ۲۰۰۲ ممنوع کرد. بنابراین، تحقیقات به سمت استراتژی‌های ضد رسوب سازگار با محیط زیست، از جمله پوشش‌های آزادسازی رسوب، پوشش‌های زیست تقلیدی، پوشش‌های فوتوکاتالیستی و مواد جدید مبتنی بر پتیدهای ضد میکروبی، جهت ارائه راه‌حل‌های موثر و دوست‌دار محیط زیست برای مقابله با رسوب‌گذاری زیستی متمایل شده است (شکل ۲).



شکل ۲: بررسی پوشش‌های ضد رسوب سازگار با محیط زیست جدید

داده و منجر به مصرف بیشتر سوخت و فیلم شرطی شروع شده، به توسعه زیست‌لایه منجر می‌شود و در نهایت به تشکیل زیستگاه رسوب‌گذاری ختم می‌گردد (شکل ۱) [۴]. با غوطه‌ور شدن در آب دریا، مواد آلی مانند پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها و گلیکوپروتئین‌ها به سرعت از طریق نیروهای واندروالسی، پیوندهای هیدروژنی و نیروهای الکترواستاتیکی به سطح اشیاء می‌چسبند. این مرحله که تشکیل فیلم شرطی نام دارد، برگشت‌پذیر است و مواد مغذی برای چسبندگی میکروبی فراهم می‌کند. در عرض یک روز، میکروارگانیسم‌هایی مانند باکتری‌ها و دیاتومه‌ها^۵ به فیلم شرطی چسبیده و مواد پلیمری خارج‌سلولی^۶ (EPS) ترشح می‌کنند که چسبندگی بیشتر میکروارگانیسم‌ها را تقویت می‌کند که به اصطلاح مرحله‌ی تشکیل زیست‌لایه نامیده می‌شود. این زیست‌لایه از آب، مواد آلی، میکروارگانیسم‌ها و متابولیت‌های خارج‌سلولی تشکیل شده است. مرحله آخر تشکیل زیستگاه رسوب گذاری می‌باشد که در آن زیست‌لایه، هاگ‌های جلبکی و تک‌یاختگان را جذب می‌کند و به تشکیل لایه‌ای از مخاط منجر می‌شود. در هفته‌های بعد، ارگانیسم‌های بزرگتر مانند بارناکل‌ها، صدف‌ها و جلبک‌های بزرگ به سطح چسبیده و رشد می‌کنند، زیستگاه‌های پیچیده‌ای را تشکیل می‌دهند و طی چند ماه منجر به رسوب‌گذاری شدید می‌شوند [۵، ۶].

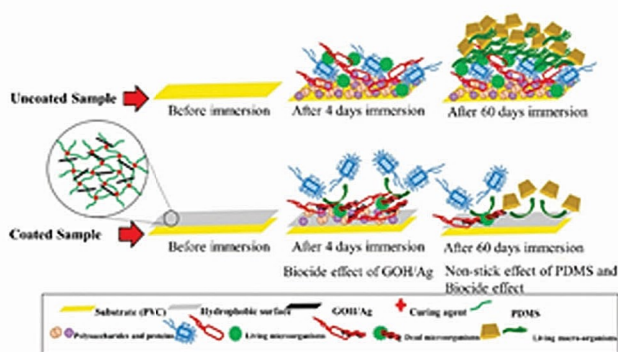


شکل ۱: نمودار تصویری فرآیند رسوب زیستی دریایی [۴]

^۵ diatom

^۶ Extra cellular polymer

دوام بیشتری در محیط‌های آب دریا از خود نشان می‌دهند (شکل ۳) [۱].



شکل ۳. ساختار نانوکامپوزیت GOH@Ag و عملکرد ضد رسوب [۱]

در مجموع، پوشش‌های ضد رسوب آزادکننده، به‌ویژه آن‌هایی که شامل نانومواد هستند، راه‌حل‌های سازگار با محیط زیست با مقاومت بهتر در برابر رسوب و خواص مکانیکی بهبودیافته ارائه می‌کنند که آن‌ها را برای کاربردهای ضد رسوب دریایی امیدوارکننده می‌سازد. روش بهبود توانایی آزادسازی رسوب در مواد با انرژی سطحی پایین، شامل پیوند گروه‌های عاملی مانند آمفی‌فیل‌ها، پلی اتیلن گلیکول‌ها و نمک‌های آمونیوم چهارتایی به PDMS یا تهیه مواد همانند فلئوروسیلیکون اصلاح شده است. وانگ و همکاران [۱۳] یک کوپلیمر آمفی‌فیلیک با بخش‌های هیدروفوبیک فلئوروسیلیکونی و آمفی‌فیل‌های هیدروفیلیک طراحی کردند که مقاومت عالی در برابر پروتئین‌ها در زیر آب نشان می‌دهد. گوازلی و همکاران [۱۴] یک پوشش ضد رسوب آمفی‌فیلیک، توسعه دادند که در عملکرد طولانی‌مدت ضد رسوب دریایی و استحکام چسبندگی مؤثر است (شکل ۴) [۱۳].

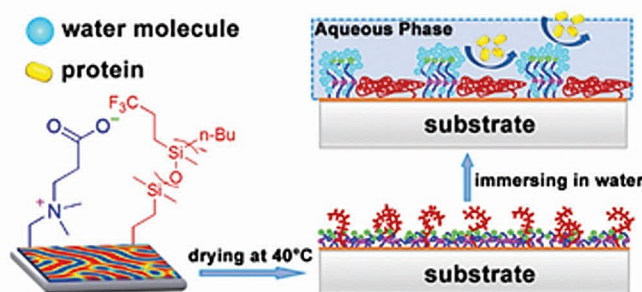
پوشش ضد رسوب آزادکننده

پوشش‌های ضد رسوب آزادکننده^۸ (FRC) از مواد با انرژی سطحی پایین برای جلوگیری از رسوب دریایی بدون آزادسازی مواد سمی استفاده می‌کنند. این پوشش‌ها، به‌ویژه بر پایه‌ی ماتریس‌های سیلیکونی و فلئورپلیمرها، با کاهش چسبندگی سطحی از رسوب جلوگیری می‌کنند. الاستومرهای پلی‌دی‌متیل سیلوکسان (PDMS) به دلیل انرژی سطحی پایین و قابلیت آزادسازی رسوب برتر، به‌طور گسترده‌ای استفاده می‌شوند. با این حال، PDMS اصلاح نشده محدودیت‌هایی در استحکام مکانیکی و قابلیت اتصال دارد که باعث تحقیقات برای بهبود این جنبه‌ها شده است. نانومواد مانند نانوذرات اکسید مس و مشتقات گرافن، خواص FRC را بهبود می‌بخشند. ادغام نانوپرکننده‌ها در ماتریس‌های PDMS، استحکام مکانیکی و چسبندگی را افزایش می‌دهد و مقاومت بهتری در برابر رسوب ایجاد می‌کند [۹-۱۱]. مطالعات نشان می‌دهد که پوشش‌های نانوکامپوزیتی عملکرد ضد رسوب بهتر، خواص مکانیکی و ویژگی‌های سطحی بهبودیافته‌ای دارند. برای مثال، نانوکامپوزیت‌های PDMS آغشته‌شده با CuO یا مشتقات گرافن مهار قابل توجهی از موجودات رسوب‌زا و بهبود ویژگی‌های سطحی نشان می‌دهند [۱۲]. تحقیقات بر روی سفارشی‌سازی ویژگی‌های نانومواد برای کاربردهای خاص، مانند فعالیت ضد میکروبی و آبگریزی سطحی، متمرکز است. پوشش‌های نانوکامپوزیتی مانند PDMS/GO-Fe₃O₄ خواص فوق آبریز و ضدباکتریایی دارند، در حالی که پوشش‌های PDMS آغشته با نانوذرات GOH@Ag مقاومت بهتر در برابر رسوب و

مواد ضد رسوب با ساختارهای میکرو/نانو

برخی گیاهان و حیوانات مانند کوسه‌ها، خرچنگ‌های دریایی، برگ‌های نیلوفر و برگ‌های برنج دارای سطوحی با ویژگی‌های خودپاک‌کنندگی و ضدآلودگی برجسته هستند. این سطوح می‌توانند از چسبیدن ارگانیسم‌های مزاحم مانند جلبک‌ها، بارناکل‌ها و باکتری‌ها جلوگیری کنند. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که ساختارهای میکرو/نانوی منحصر به فرد روی این سطوح نقش مهمی در جلوگیری از آلودگی دارند. به عنوان مثال، پوست کوسه دارای شیارهای ریزی است که به کاهش کشش آب و جلوگیری از چسبندگی ارگانیسم‌ها کمک می‌کند. پژوهشگران با الهام از این ساختار، سطوح مصنوعی مشابهی ایجاد کرده‌اند که می‌توانند به طور مؤثری از چسبیدن جلبک‌ها و باکتری‌ها جلوگیری کنند. کارمن و همکارانش [۳، ۱۷] سطح میکروساختاری مشابه پوست کوسه را روی زیرلایه PDMS طراحی و تولید کردند. این سطح می‌تواند استقرار ۸۶ درصد از هاگ جلبک دریایی را زمانی که اندازه سطح کوچکتر از اندازه آن‌ها بود، به طور مؤثری مهار کند. از روش‌های مختلفی مانند روش‌های رسوب‌دهی، قالب‌گیری نرم، اچینگ^۹ و نانوکامپوزیت برای ساخت این سطوح میکرو/نانوساختاری استفاده می‌شود. این روش‌ها به تولید مواد ضدآلودگی در زمینه‌های مختلف کمک کرده‌اند. کین و همکارانش [۱۸] با استفاده از ایده استقلال قطعه‌ای^{۱۰}، ساختار فلس‌های سپری پوست کوسه را ساده کردند و سپس یک ساختار ناهموار روی سطح PDMS ساختند. این سطح ناهموار با استفاده از ذرات ZIF-۶۷ اصلاح شد. نتایج نشان داد که نرخ

با این حال، پوشش‌های با انرژی سطحی پایین از چسبندگی ضعیف روی سطوح بدنه رنج می‌برند که نیازمند پوشش‌های میانی برای بهبود چسبندگی است و باعث پیچیدگی در اجرا و افزایش هزینه‌ها می‌شود. علاوه بر این، آنها در مقایسه با انواع دیگر پوشش‌ها مستعدتر به آسیب هستند.



شکل ۴: مکانیسم ضد رسوب کوپلیمرهای آمفیفیلک [۱۳]

عامل ضد رسوب طبیعی گرفته‌شده از دریا

عوامل ضد رسوب طبیعی دریایی توسط بی‌مهرگانی مانند خیارهای دریایی، بالش‌های دریایی و اسفنج‌ها برای دفاع در برابر تهدیدات خارجی ترشح می‌شوند. دریا و همکاران [۱۵]، نه عصاره زیست‌فعال از خیارهای دریایی را آزمایش کردند و دریافتند که عصاره‌های اتیل استات دیواره بدنی بالاترین فعالیت ضد رسوب، به‌ویژه علیه سویه‌های باکتریایی، خرچنگ‌های دریایی و لاروهای میگوی آب‌شور را نشان می‌دهند. پوشش‌های حاوی اتیل استات دیواره بدنی به‌طور مؤثر از چسبیدن موجودات رسوب‌زا، به‌ویژه هنگامی که با مخلوطی از پلی‌کاپرولاکتون (PCL) و اسیدپلی‌لاکتیک (PLA) ترکیب می‌شوند، جلوگیری می‌کنند [۱۶].

هم‌افزایی مهار کند. علاوه بر این، $p[BNIm][Br]$ که روی سطح شارکت پوشش داده شده بود، درصد حذف جلبک‌های قرمز را از ۴۰.۷ درصد به ۶۰.۱ درصد افزایش داد. با وجود مزایای بسیار، ساخت این سطوح میکرو/نانوساختاری چالش‌هایی نیز دارد. بیشتر این ساختارها روی مواد نرم مانند PDMS یا سیلیکون ساخته می‌شوند و کاربرد آن‌ها روی مواد سخت مانند فلزات مورد استفاده در کشتی‌ها کمتر مورد تحقیق قرار گرفته است. همچنین، فرآیندهای ساخت پیچیده و هزینه‌های تولید بالا نیز از دیگر چالش‌ها هستند که کاربرد عملی این مواد را محدود می‌کنند. در مقایسه با فناوری‌های سنتی که با آزادسازی عوامل ضدآلودگی، ارگانسیم‌های مزاحم دریایی را می‌کشند، مواد ضدآلودگی میکرو/نانوساختاری عمدتاً از مورفولوژی میکروساختار خود برای مهار چسبندگی ارگانسیم‌های مزاحم استفاده می‌کنند و به محیط زیست دریایی آسیبی نمی‌رسانند. علاوه بر موارد ذکر شده، پژوهشگران داخلی و خارجی نیز انواع مختلفی از میکروساختارهای مصنوعی را برای بررسی مکانیزم‌ها و خواص ضدآلودگی آن‌ها آماده کرده‌اند. به عنوان مثال، گروه نویسندگان [۲۰] در مطالعه‌ای شش سطح میکروساختاری طراحی و پردازش کردند و سپس سطح هم‌افزا را با اصلاح پتید آماده کردند. نتایج آزمایش نشان داد که شش سطح هم‌افزا با عمق ۰.۸ میکرومتر با موفقیت روی سطح زیرلایه فولاد ضدزنگ آماده شد و زاویه تماس سطح نمونه افزایش یافت. علاوه بر این، نتایج آزمون ضدآلودگی نشان داد که سطح هم‌افزا خواص ضدجلبک قوی دارد. در کل، مشخص شد که

چسبندگی جلبک‌ها روی این سطح در در مقایسه با سطح صاف ۶۵.۳ درصد کاهش یافت. علاوه بر کوسه‌ها، برخی از موجودات دریایی که تحرک کمتری دارند، مانند صدف‌ها و جلبک‌ها، نیز دارای سطوحی هستند که از چسبندگی ارگانسیم‌های مزاحم جلوگیری می‌کنند. محققان با الهام از این ساختارها، سطوحی مصنوعی ایجاد کرده‌اند که می‌توانند به طور مؤثری از چسبندگی ارگانسیم‌ها جلوگیری کنند. ژائو و همکارانش [۱۹] مورفولوژی میکروساختاری مشابه لامیناریا ژاپونیکا^{۱۱} را روی زیرلایه PDMS ساختند. سپس آلزینات سدیم و پلی‌گوانیدین‌هگزامتیلن دی‌آمین (GHPEI) را به طور متناوب روی سطح مواد بایونیک با استفاده از روش تجمع لایه به لایه قرار دادند و یک فیلم پلیمری نازک و به شدت هیدراته ایجاد کردند. نتایج آزمون ضدآلودگی نشان داد که سطح بایونیک اصلاح شده می‌تواند به طور مؤثری چسبندگی جلبک‌ها را مهار کند. علاوه بر موجودات دریایی، ساختارهای میکرو/نانو روی سطوح حیوانات و گیاهان زمینی نیز مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. به عنوان مثال، بال‌های سیکادا دارای ساختارهایی هستند که می‌توانند باکتری‌ها را با تخریب غشاهای سلولی آن‌ها بکشند، در حالی که به سلول‌های انسانی آسیبی نمی‌رسانند. مطالعه او و همکارانش [۲] نیز نشان داد که سطح‌های شارکت^{۱۲} با پوشش پلی (مایع یونی) با استفاده از تکنیک چاپ سه بعدی و روش پلیمریزاسیون ROMP^{۱۳} زیرسطحی آماده شدند (شکل ۵) [۱۹]. نتایج آزمایش نشان داد که $p[BNIm][Br]$ دارای خواص ضدجذب پروتئین سرم گاوی^{۱۴} خوبی است و خواص ضدباکتری خوبی دارد. سطح و ترکیب شیمیایی شارکت می‌تواند چسبندگی میکرو/جلبک‌ها را از طریق اثرات

^{۱۱} Laminaria japonica

^{۱۲} Sharklet

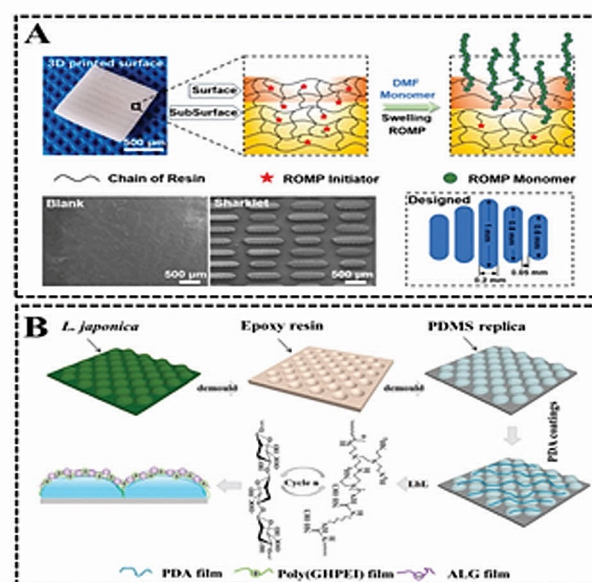


^{۱۳} ring-opening metathesis polymerization

^{۱۴} anti-bovine serum protein

ترشح شده از اپیدرم برخی ماهی‌ها و دوزیستان می‌تواند به طور مؤثری از چسبیدن ارگانیسم‌های مزاحم جلوگیری کند. مطالعات بیشتر نشان داده‌اند که ترکیب اصلی مخاط، یک هیدروژل طبیعی به نام موکین^{۱۵} است که خواص نرم و آب دوست دارد و می‌تواند در آب ژل تشکیل دهد. هیدروژل‌ها دارای شبکه‌های پلیمری سه‌بعدی متصل هستند که می‌توانند مقادیر زیادی آب را جذب کنند و آب دوست می‌باشند، که این ویژگی‌ها شرایط مناسبی برای تشکیل لایه‌های هیدراسیون از طریق پیوند هیدروژنی یا الکترواستاتیکی فراهم می‌کنند و به این ترتیب می‌توانند به طور مؤثری از چسبندگی ارگانیسم‌های مزاحم در دریا جلوگیری کنند. به دلیل این مزایا، پژوهش‌های گسترده‌ای در زمینه کاربرد مواد هیدروژلی در ضدآلودگی دریایی انجام شده است. با این حال، در کاربردهای دریایی، چالش‌هایی همچون اعمال پوشش‌های هیدروژلی به سطوح مختلف با تراکم بالا و به صورت پایدار و همچنین ضعف چسبندگی و دوام کم این پوشش‌ها وجود دارد که محدودیت‌های بزرگی برای استفاده عملی از آن‌ها ایجاد می‌کند [۲۱]. برای حل این مشکلات، محققان به بررسی پوشش‌های هیدروژلی اصلاح‌شده پرداخته‌اند. یکی از روش‌های مورد استفاده، تهیه هیدروژل‌های نانوکامپوزیت پلیمری است که با افزودن نانوذرات به پلیمرها تولید می‌شوند. نانوذرات می‌توانند به‌طور قابل توجهی استحکام مکانیکی هیدروژل‌ها را بهبود بخشند. این روش تهیه آسان، ارزان و مناسب برای تولید انبوه است. به عنوان مثال، ژانگ و همکارانش [۲۲] پوششی

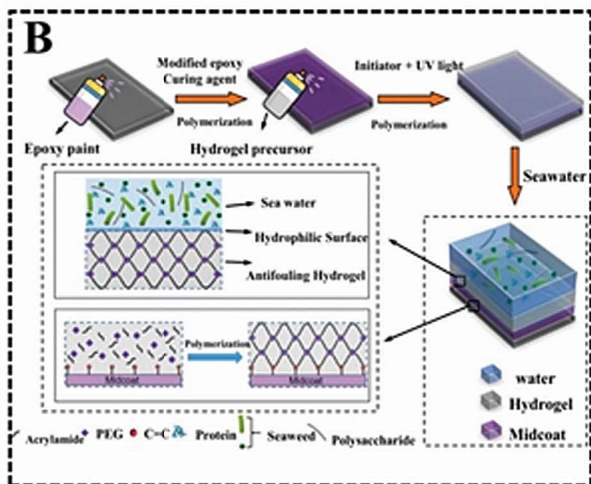
استفاده از ساختارهای میکرو/نانوساختاری الهام گرفته از می‌تواند به طور مؤثری چسبندگی و رشد ارگانیسم‌های مزاحم را کاهش دهد. این تکنولوژی نه تنها در کاهش چسبندگی جلبک‌ها و باکتری‌ها مؤثر است، بلکه می‌تواند خواص ضدباکتری و ضدجذب پروتئین نیز داشته باشد. با این حال، برای کاربرد عملی گسترده‌تر، چالش‌هایی مانند هزینه‌های تولید و فرآیندهای ساخت پیچیده باید مورد توجه قرار گیرند و تحقیقات بیشتری بر روی مواد فلزی سخت انجام شود تا این فناوری بتواند به طور گسترده‌تری در زمینه‌های مختلف، به ویژه در صنعت دریایی، به کار گرفته شود.



شکل ۵: آماده‌سازی رسوب متناوب آلزینات سدیم و پلی بر روی بسترهای PDMS [۲]

مواد ضد رسوب بر پایه هیدروژل

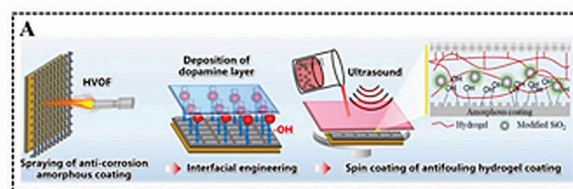
در سال‌های اخیر، در مطالعه ساختارهای میکرو/نانو سطحی گیاهان و حیوانات، محققان دریافته‌اند که مخاط



شکل ۷: تهیه پوشش هیدروژلی بر پایه پلی آکریل آمید شبکه ای شده و پلی اتیلن گلاکول

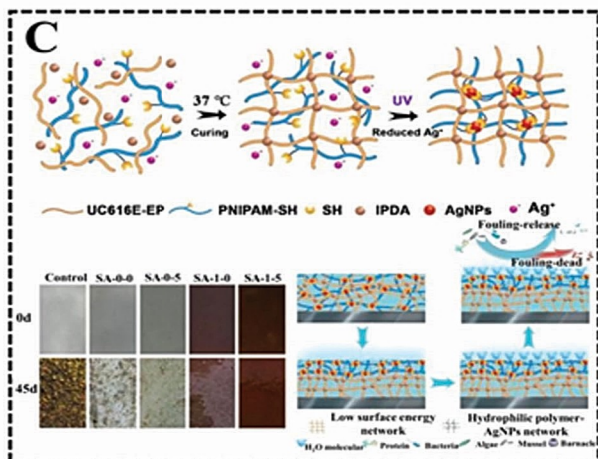
لو و همکارانش [۲۵] نیز پوششی هیدروژلی آمفیفیلک بر پایه زیستی تهیه کردند که دارای خواص ضدآلودگی و مکانیکی بسیار خوبی بود. این پوشش با تشکیل درجا شبکه های پلیمری نفوذپذیر آب گریز و آب دوست به دست آمد. قسمت آب گریز این پوشش دارای خواص مکانیکی بسیار خوبی از جمله استحکام کششی بالا و چسبندگی عالی بود، در حالی که قسمت هیدروفیلک پوشش، با استفاده از نانوذرات نقره، خواص ضدآلودگی عالی داشت. به علاوه، آزمایش های واقعی در دریا به مدت ۴۵ روز نشان داد که پوشش هیدروژل آمفی فیلک بر پایه زیستی قادر به مهار کردن رسوبات دریایی به طرز موثری است. این پوشش، با نام S-۱-۵، شامل پلیمر هیدروفیلک سولفیدریل (PNIPAM-SH) و نمک نقره تری فلورومتان سولفونات (AgOTf) است که عملکرد مقاومت به رسوب گیری بهتری ارائه می دهد. PNIPAM-SH هیدروفیلک پس از غوطه ور شدن در آب به سطح پوشش مهاجرت می کند و

هیدروژلی بر پایه آهن با نانوذرات SiO_2 تهیه کردند که دارای خواص ضدآلودگی و مقاومت به خوردگی بسیار خوبی بود. این پوشش ها در آزمایش های آزمایشگاهی و محیطی نشان دادند که دارای خواص ضدآلودگی بسیار عالی هستند و ۹۹.۸٪ از رشد جلبک ها و ۱۰۰٪ از چسبیدن صدف ها جلوگیری می کنند (شکل ۶) [۲۳].



شکل ۶: پوششی هیدروژلی بر پایه آهن

همچنین، محققان از روش های اتصال شیمیایی برای بهبود پایداری مکانیکی و فعالیت ضدآلودگی هیدروژل ها استفاده کرده اند. این روش شامل تهیه هیدروژل هایی مانند پلی اتیلن گلیکول (PEG)، پلی آکریل آمید (PMA) و هیدروژل های آکریلات است. با تنظیم پارامترهای تهیه، می توان پوشش های هیدروژلی با خواص مناسب تهیه کرد. به عنوان مثال، یانگ و همکارانش [۲۴] یک پوشش ژلی ضدآلودگی بر پایه پلی آکریل آمید و پلی اتیلن گلیکول تهیه کردند که می تواند سطوح مختلف را به طور یکنواخت و متراکم بپوشاند. این پوشش دارای چسبندگی قوی و پایداری مکانیکی بالایی بود و همچنین خواص ضدآلودگی بسیار خوبی داشت (شکل ۷) [۲۴].



شکل ۸: مراحل تهیه پوشش هیدروژل آمفیفیلک پایه زیستی و مکانیسم ضد رسوب

پوشش‌های فوتوکاتالیتیک [۲۶، ۲۷]

فوتوکاتالیز یک فناوری اکسیداسیون پیشرفته است که از توانایی ردوکس فوتوکاتالیست‌های نیمه‌رسانا در شرایط نوری برای تجزیه آب دریا و حل اکسیژن استفاده می‌کند. این فرآیند منجر به تولید مقادیر زیادی گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) مانند رادیکال‌های سوپراکسید، اکسیژن سینگلت و رادیکال‌های هیدروکسیل (OH⁻) می‌شود. این مواد می‌توانند به شدت با اجزایی مانند لیپیدها، پلی‌ساکاریدها و پروتئین‌ها در غشای سلولی باکتری‌ها واکنش داده و باعث پاره شدن غشای سلولی و در نتیجه مرگ باکتری‌ها شوند. بنابراین، مواد ضد رشد دریایی فوتوکاتالیستی دارای خصوصیات خوبی مانند سمیت کم و سازگاری با محیط زیست هستند و چشم‌اندازهای خوبی برای کاربرد در زمینه جلوگیری از رشد دریایی دارند. پوشش‌های فوتوکاتالیستی قبلی عمدتاً بر اساس اکسید تیتانیوم (TiO₂) و اکسید روی (ZnO) بوده‌اند

لایه‌ای هیدراسیونی را تشکیل می‌دهد که جلوی چسبندگی مواد رسوب کننده مانند پروتئین‌ها، باکتری‌ها و جلبه‌ها را می‌گیرد. به طور همزمان، با مهاجرت PNIPAM-SH، نانوذرات نقره نیز به سطح منتقل می‌شوند که با کشتن موثر ارگانیسم‌های دریایی عملکرد ضد رسوب‌گیری را بهبود می‌بخشد (شکل ۸) [۲۵]. علاوه بر این، هیدروژل‌ها می‌توانند به عنوان ماتریس‌های پلیمری فعال زیستی برای جذب باکتری‌های زنده استفاده شوند. برخی از این باکتری‌ها مولکول‌های سیگنال‌دهنده‌ای تولید می‌کنند که می‌توانند فرآیندهای چسبندگی و پیوستگی ارگانیسم‌های آلوده کننده را کنترل کنند. با این حال، کاربرد هیدروژل‌ها نیاز به آزمایش‌های گسترده‌تری دارد. دوره‌های آزمایش ضدآلودگی هیدروژل‌های توسعه یافته معمولاً بین ۱ تا ۳ ماه است، در حالی که پوشش‌های ضدآلودگی تجاری معمولاً چندین سال خاصیت خود را حفظ می‌کنند. بنابراین، باید آزمایش‌های بلندمدت‌تری در شرایط دریایی انجام شود. همچنین یانگ و همکارانش [۲۴] با موفقیت یک پوشش ژل ضدآلودگی مبتنی بر پلی‌آکریل‌آمید متصل شده به پلی‌اتیلن گلیکول تهیه کردند که می‌تواند به طور یکنواخت و متراکم سطوح مختلف زیرلایه را بپوشاند. لایه میانی اپوکسی معرفی شده، چسبندگی قوی غیرکوالانسی به سطوح مختلف و پیوند کوالانسی به لایه هیدروژل را فراهم می‌کند و بدین ترتیب بهبود قابل توجهی در قابلیت چسبندگی و پایداری مکانیکی پوشش هیدروژلی ایجاد می‌کند. این پوشش هیدروژلی همچنین خواص ضدآلودگی بسیار عالی را نشان داد.

می‌شود. بنابراین، ساختار هتروجانکشن غیرآلی-آلی $\text{Cu}_2\text{O}/\text{PDINH}$ پتانسیل بالایی برای کاربردهای عوامل ضد رشد دریایی دوستدار محیط زیست دارد [۲۸].

پوشش‌های سطوح متخلخل تزریق‌شده با مایع لغزان

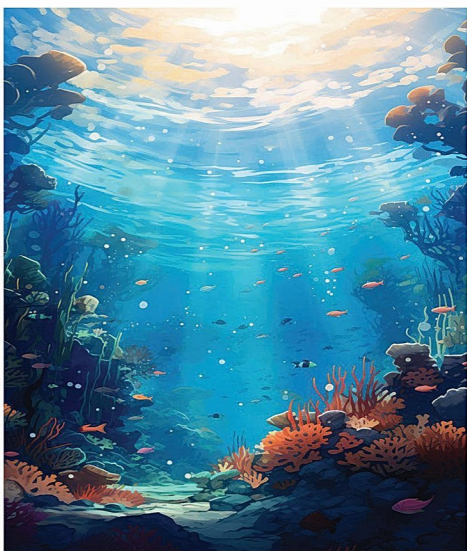
پوشش‌های سطوح متخلخل تزریق‌شده با مایع لغزان (SLIPS)^{۱۷} موادی هستند که با تزریق روان‌کننده‌های با انرژی سطحی پایین به زیرلایه‌های دارای ساختارهای میکرو/نانو متخلخل، یک لایه روان‌کننده پیوسته و پایدار ایجاد می‌کنند. این پوشش‌ها دارای خواص آب‌گریزی عالی، اصطکاک پایین، عدم چسبندگی و خودترمیمی هستند و در زمینه‌های حفاظت در برابر خوردگی، ضدیخ، ضدباکتری و ضدخزه کاربرد دارند [۲۹].

در پوشش‌های SLIPS، پلیمرهایی مانند پلی‌دی‌متیل سیلوکسان (PDMS) برای بهبود دوام و پایداری این پوشش‌ها استفاده می‌شوند. PDMS با خواص آب‌گریزی و توانایی جلوگیری از نفوذ مایعات خورنده، نقش مهمی در تقویت عملکرد ضدخزه این پوشش‌ها دارد. PDMS دارای خاصیت آب‌گریزی بسیار بالاست که به جلوگیری از چسبندگی آب و کاهش اصطکاک سطح کمک می‌کند و مقاومت بالایی در برابر مواد شیمیایی خورنده دارد، که این ویژگی باعث افزایش دوام پوشش‌های SLIPS در محیط‌های خورنده می‌شود. ساختن آرایه‌های ریزساختاری با استفاده از PDMS به عنوان لایه اول، امکان ذخیره بیشتر روان‌کننده و بهبود پایداری لایه روان‌کننده را فراهم می‌کند. حتی در صورت شکست لایه روان‌کننده،

که تحت شرایط UV پایداری شیمیایی و خواص ضد رشد دریایی خوبی نشان می‌دهند. با این حال، استفاده از نور مرئی در این پوشش‌ها بسیار کم است. در حال حاضر، تحقیقات بر بهبود فعالیت فوتوکاتالیستی و استفاده از نور مرئی متمرکز شده است. اکسید مس (Cu_2O) به دلیل معایبی مانند خطرات سمی برای آلودگی محیط زیست و ناتوانی در تولید اکسیژن سینگلت تحت نور، استفاده محدودی در جلوگیری از رشد دریایی داشته است. با این حال، در سال‌های اخیر، مطالعات نشان داده‌اند که ساختارهای هتروجانکشن^{۱۶} نیمه‌رساناهای غیرآلی-آلی می‌توانند کنترل دقیق غلظت، استفاده از طیف کامل نور خورشید و تولید را ممکن سازند. پلی‌اتیلن ۱۰،۴،۹،۳-تترامتیل‌بنزیدین (PDINH) به دلیل پایداری حرارتی نوری عالی، جذب طیف کامل خورشید و قابلیت حمل بار زیاد به طور گسترده‌ای استفاده می‌شود. بنابراین، با طراحی منطقی ساختارهای $\text{Cu}_2\text{O}/\text{PDINH}$ می‌توان خطرات سمی Cu_2O برای آلودگی محیط زیست را کاهش داد، استریلیزاسیون تحت طیف کامل نور خورشید را امکان‌پذیر ساخت و نقص ذاتی Cu_2O در تولید سینگلت را برطرف کرد و فعالیت ضد باکتریایی فوتوکاتالیستی طولانی‌مدتی را نشان داد. نرخ بازدارندگی از رشد باکتری‌ها پس از ۳۰ روز بالای ۹۰ درصد باقی ماند و نتایج تست‌های ضد رشد نشان داد که پوشش ضد رشد $\text{Cu}_2\text{O}/\text{PDINH}$ پس از ۶۰ روز غوطه‌وری تقریباً هیچ گونه آلودگی نداشت. مکانیزم ضد باکتری ساختار $\text{Cu}_2\text{O}/\text{PDINH}$ ترکیبی از سمیت یون‌های مس و تولید مداوم گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) است که توسط طیف کامل نور خورشید فعال

ضد میکروبی از طریق تعاملات الکترواستاتیک، پیوند هیدروژنی و کووالانسی بین این لایه‌ها به سطح متصل می‌شوند. این روش چندکاره امکان آزادسازی کنترل شده و فعالیت پایدار پپتیدهای ضد میکروبی را فراهم می‌کند. شکلا و همکاران [۳۲] پپتید ضد میکروبی را در فیلم‌هایی که بر اساس این روش مونتاژ شده بودند، دوپ کرده و آزاد کردند، که نشان داد این فیلم‌ها آزادسازی کنترل شده پپتید و مهار موثر رشد باکتری‌ها را دارند.

روش خودآرایی مونومر^{۲۱} (SAM) شامل خودآرایی مونومرها برای تثبیت کووالانسی پپتیدهای ضد میکروبی بر روی سطح مواد است، که بار سطحی و/یا قطبیت سطح را تنظیم می‌کند تا اتصال و فعالیت پپتیدها بهینه شود. این روش امکان تنظیم دقیق خواص سطحی برای بهبود تعاملات پپتید و افزایش اثربخشی ضد میکروبی را فراهم می‌کند. همچنین پژوهشگران از یک فاصله‌دهنده بیومیمتیک بیوتین پلی(اتیلن گلیکول) ۱۱ (مالئیمید(EG۱۱-MAL)) برای تثبیت پپتید ضد میکروبی بر روی سطوح طلا استفاده کردند و این سطوح توانستند به طور موثری عمل کنند.



^{۱۸} Antimicrobial peptides

^{۱۹} Polymer brush method

پوشش PDMS می‌تواند از نفوذ مایعات خورنده جلوگیری کند و با انرژی سطحی پایین، چسبندگی موجودات خزه‌دار را مهار کند [۳۰].

سطوح اصلاح شده با پپتید

پپتیدهای ضد میکروبی^{۱۸} (AMPs) از اجزای مهم سیستم ایمنی طبیعی موجودات زنده هستند. این پپتیدها که معمولاً کمتر از ۱۰۰ اسید آمینه دارند، دارای فعالیت‌های بیولوژیکی مختلفی مانند خواص ضد باکتری و ضد قارچی هستند.

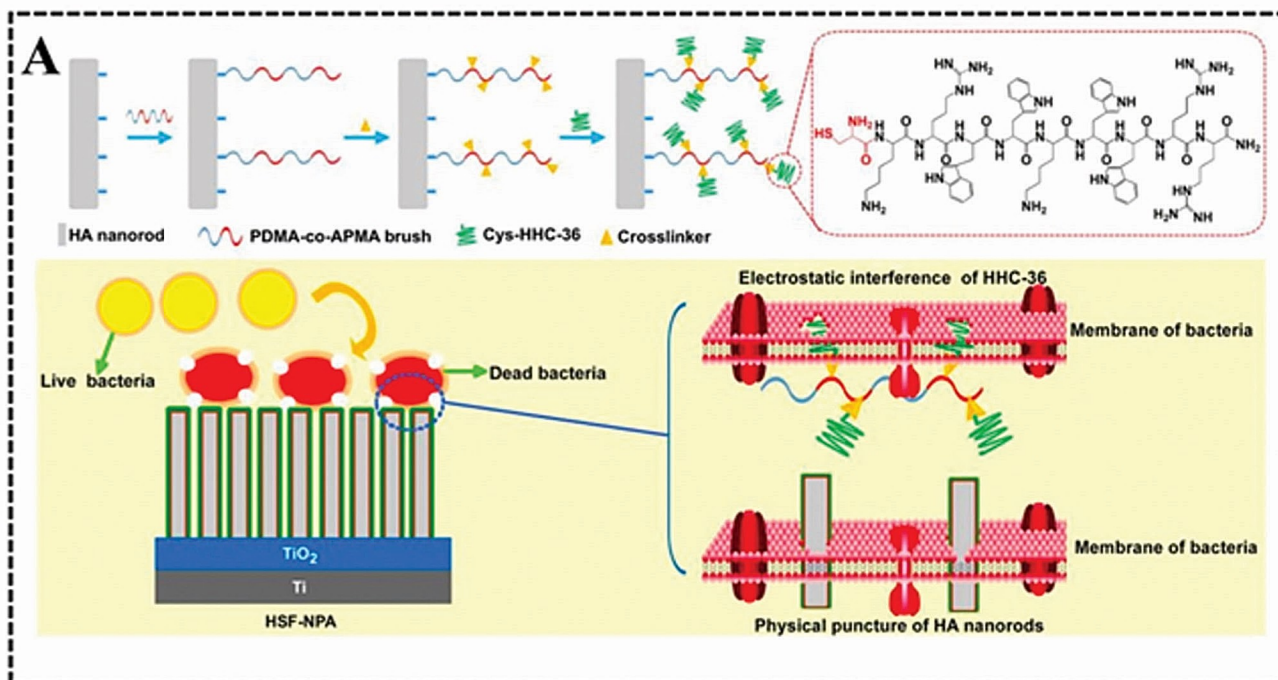
روش برس پلیمری^{۱۹} شامل تثبیت کووالانسی پپتیدهای ضد میکروبی بر روی سطح مواد از طریق گروه‌های واکنش‌دهنده در انتهای مولکول‌های پلیمری پس از فعال‌سازی است. در روش برس پلیمری رزین‌های پلیمری کاربردی مانند پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) و دیگر برس‌ها با گروه‌های واکنش‌دهنده معمولاً استفاده می‌شوند. این روش امکان جهت‌گیری سریع و آزاد پپتیدهای متصل در رابط ایمپلنت-محیط را فراهم می‌کند، که باعث تسهیل تعاملات پپتید-باکتری و افزایش خواص حفاظتی لایه پپتید متصل به سطح ماده می‌شود. لی و همکاران [۳۱] از یک برس پلیمری (PDMA-co-APMA) برای اتصال پپتیدهای ضد میکروبی به نانومیل‌های هیدروکسی آپاتیت استفاده کردند. این سیستم فعالیت ضد عفونی‌کنندگی بالایی را حفظ کرده و توانست ۹۹.۵٪ از باکتری‌ها را بکشد (شکل ۹) [۳۱].

روش لایه‌لایه^{۲۰} (LBL) شامل تهیه پوشش‌ها بر روی سطوح زیرلایه با رسوبدهی متوالی لایه‌های پلی‌کاتیون‌ها و پلی‌آنیون‌ها است. پپتیدهای



^{۲۰} Layer stacking

^{۲۱} Monomer self-assembly



شکل ۹: تصویری از فرآیند تهیه و مکانیسم باکتری کش سینرژیک پپتید ضد میکروبی Cys-HHC-۳۶ مرتبط با نانومیله های HA

نتیجه گیری

بسیار مهم است. پلیمرهایی نظیر پلیدی‌متیل سیلوکسان (PDMS) به دلیل ویژگی‌های سطحی خاص خود، از جمله انرژی سطحی پایین و خاصیت ارتجاعی، به عنوان مواد حامل در پوشش‌های رهایش مورد استفاده قرار گرفته‌اند. با این حال، محدودیت‌هایی مانند استحکام مکانیکی پایین و چسبندگی ضعیف PDMS به سطوح نیازمند بهبود و اصلاحات بیشتری است. علاوه بر PDMS، پلیمرهای دیگری مانند پلی‌اتیلن گلیکول (PEG)، فلوروپلیمرها و نانومواد مختلف نیز در توسعه پوشش‌های ضد رسوب به کار رفته‌اند. پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) به دلیل خاصیت هیدروفیلیک و توانایی ایجاد لایه‌های آبی که از چسبندگی ارگانسیم‌های دریایی جلوگیری می‌کنند، مورد توجه قرار گرفته است. فلوروپلیمرها نیز به دلیل انرژی سطحی بسیار پایین و مقاومت شیمیایی بالا، در پوشش‌های ضد رسوب استفاده می‌شوند.

این مطالعه به بررسی جامع تأثیر رسوبات زیستی دریایی بر روی تجهیزات و سازه‌های دریایی و روش‌های مقابله با آن‌ها پرداخته است. با توجه به نگرانی‌های زیست‌محیطی ناشی از استفاده از پوشش‌های ضد رسوب سنتی که حاوی فلزات سنگین و سمی هستند، تحقیقات به سمت توسعه پوشش‌های ضد رسوب سازگار با محیط زیست هدایت شده است.

پیشرفت‌های اخیر در زمینه پوشش‌های ضد رسوب شامل پوشش‌های ره‌اش، فوتوکاتالیتیک، عوامل ضد رسوب طبیعی، مواد میکرو/نانوساختار و پوشش‌های هیدروژلی بوده است. همچنین، به روش‌های اصلاح سطحی و استفاده از پپتیدهای ضد میکروبی به دلیل ویژگی‌های زیست‌سازگار و فعالیت ضد میکروبی گسترده آن‌ها توجه ویژه‌ای شده است. نقش پلیمرها در توسعه پوشش‌های ضد رسوب سازگار با محیط زیست



تحقیقات اخیر نشان داده است که افزودن نانومواد به ماتریس‌های پلیمری می‌تواند خواص مکانیکی و چسبندگی این پوشش‌ها را بهبود بخشد. به عنوان مثال، ترکیب نانوذرات مس اکسید، نقره و دی‌اکسید سیلیکون در ماتریس PDMS توانسته است بهبودهای قابل توجهی در خواص مکانیکی و عملکرد ضد رسوب این پوشش‌ها ایجاد کند. همچنین، استفاده از گرافن و مشتقات آن، مانند اکسید گرافن و اکسید گرافن کاهش‌یافته، به دلیل خواص مکانیکی برتر و فعالیت ضد میکروبی، در بهبود عملکرد پوشش‌های پلیمری نقش مهمی ایفا کرده‌اند.

مکانیزم تشکیل و چسبندگی ارگانوسم‌های رسوب‌گذار دریایی و مراحل مختلف این فرآیند از تشکیل فیلم شرطی تا توسعه زیست لایه و تشکیل زیستگاه رسوب گذاری نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

در نهایت، تحقیقات آینده باید بر بهبود خواص مکانیکی و ویژگی‌های سطحی پوشش‌ها و استفاده از نانومواد برای افزایش کارایی و پایداری این پوشش‌ها متمرکز شود. به طور کلی، این بررسی نشان می‌دهد که با وجود پیشرفت‌های قابل توجه در زمینه توسعه پوشش‌های ضد رسوب سازگار با محیط زیست، نیاز به تحقیقات بیشتر برای بهبود و افزایش کارایی این پوشش‌ها همچنان احساس می‌شود.

مراجع

[2] He, B., et al., Grafting embedded poly(ionic liquid) brushes on biomimetic sharklet resin surface for anti-biofouling applications. *Progress in Organic Coatings*, 2021. 157: p. 106298.

[3] Liu, D., et al., Research Progress on New Environmentally Friendly Antifouling Coatings in Marine Settings: A Review. *Biomimetics*, 2023. 8(2): p. 200.

[4] Silverman, H. and F. Roberto, Understanding Marine Mussel Adhesion. *Marine biotechnology* (New York, N.Y.), 2007. 9: p. 661-81.

[5] Jain, A. and N. Bhosle, Biochemical composition of the marine conditioning film: Implications for bacterial adhesion. *Biofouling*, 2008. 25: p. 13-9.

[1] Soleimani, S., et al., Eco-friendly foul release coatings based on a novel reduced graphene oxide/Ag nanocomposite prepared by a green synthesis approach. *Progress in Organic Coatings*, 2021. 151: p. 106107.



- [15] Darya, M., et al., Antifouling coating based on biopolymers (PCL/ PLA) and bioactive extract from the sea cucumber *Stichopus herrmanni*. *AMB Express*, 2022. 12(1): p. 24.
- [16] Levert, A., et al., Antifouling Activity of Meroterpenes Isolated from the Ascidian *Aplidium aff. densum*. *Marine Biotechnology*, 2021. 23(1): p. 51-61.
- [17] Carman, M.L., et al., Engineered antifouling microtopographies--correlating wettability with cell attachment. *Biofouling*, 2006. 22(1-2): p. 11-21.
- [18] Qin, L., et al., Drag reduction and antifouling properties of non-smooth surfaces modified with ZIF-67. *Surface and Coatings Technology*, 2021. 427: p. 127836.
- [19] Zhao, L., et al., Layer-by-Layer-Assembled antifouling films with surface microtopography inspired by *Laminaria japonica*. *Applied Surface Science*, 2020. 511: p. 145564.
- [20] Cao, P., et al., Combining topography and peptide to inhibit algae attachment: Preparation of peptide-modified microstructured surfaces. *Surface and Interface Analysis*, 2021. 53(11): p. 973-981.
- [21] Xie, Q., et al., Dynamic surface antifouling: mechanism and systems. *Soft Matter*, 2019. 15(6): p. 1087-1107.
- [22] Zhang, L.-Y., et al., Hydrogel-Anchored Fe-Based Amorphous Coatings with Integrated Antifouling and Anticorrosion Functionality. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 2023. 15(10): p. 13644-13655.
- [23] Zhang, L.Y., et al., Hydrogel-Anchored Fe-Based Amorphous Coatings with Integrated Antifouling and Anticorrosion Functionality. *ACS Appl Mater Interfaces*, 2023. 15(10): p. 13644-13655.
- [24] Yang, J., et al., Spray-Painted Hydrogel Coating for Marine Antifouling. *Advanced*
- [6] Lee, W., et al., Evaluation of surface properties of reverse osmosis membranes on the initial biofouling stages under no filtration condition. *Journal of Membrane Science*, 2010. 351(1): p. 112-122.
- [7] Dafforn, K.A., J.A. Lewis, and E.L. Johnston, Antifouling strategies: History and regulation, ecological impacts and mitigation. *Marine Pollution Bulletin*, 2011. 62(3): p. 453-465.
- [8] Castro Í, B., et al., TBT is still a matter of concern in Peru. *Chemosphere*, 2018. 205: p. 253-259.
- [9] Rahaman, M.S., et al., Control of biofouling on reverse osmosis polyamide membranes modified with biocidal nanoparticles and antifouling polymer brushes. *Journal of Materials Chemistry B*, 2014. 2(12): p. 1724-1732.
- [10] Gomathi Sankar, G., et al., Polydimethyl siloxane nanocomposites: Their antifouling efficacy in vitro and in marine conditions. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 2015. 104: p. 307-314.
- [11] Selim, M.S., et al., Recent progress in marine foul-release polymeric nanocomposite coatings. *Progress in Materials Science*, 2017. 87: p. 1-32.
- [12] Ramanujam Padmavathi, A., et al., Enhanced antifouling property of polydimethylsiloxane-CuO nanocomposite in marine environment. *Materials Letters*, 2021. 301: p. 130342.
- [13] Wang, T., et al., Protein-Resistant Amphiphilic Copolymers Containing Fluorosiloxane Side Chains with Controllable Length. *ACS Applied Polymer Materials*, 2022. 4(10): p. 7903-7910.
- [14] Guazzelli, E., et al., New amphiphilic copolymers for PDMS-based nanocomposite films with long-term marine antifouling performance. *Journal of Materials Chemistry*





[25] Lu, G., et al., Fabrication of bio-based amphiphilic hydrogel coating with excellent antifouling and mechanical properties. *Chemical Engineering Journal*, 2021. 409: p. 128134.

[26] Fauzi, A.A., et al., A critical review on relationship of CeO_2 -based photocatalyst towards mechanistic degradation of organic pollutant. *Chemosphere*, 2022. 286: p. 131651.

[27] Scandura, G., et al., Nanoflower-Like Bi_2WO_6 Encapsulated in ORMOSIL as a Novel Photocatalytic Antifouling and Foul-Release Coating. *Chemistry – A European Journal*, 2016. 22(21): p. 7063-7067.

[28] Ma, C., et al., Full solar spectrum-driven $\text{Cu}_2\text{O}/\text{PDINH}$ heterostructure with enhanced photocatalytic antibacterial activity and mechanism insight. *Journal of Hazardous Materials*, 2023. 448: p. 130851.

[29] Tong, Z., et al., Hagfish-inspired Smart SLIPS Marine Antifouling Coating Based on Supramolecular: Lubrication Modes Responsively Switching and Self-healing Properties. *Advanced Functional Materials*, 2022. 32(27): p. 2201290.

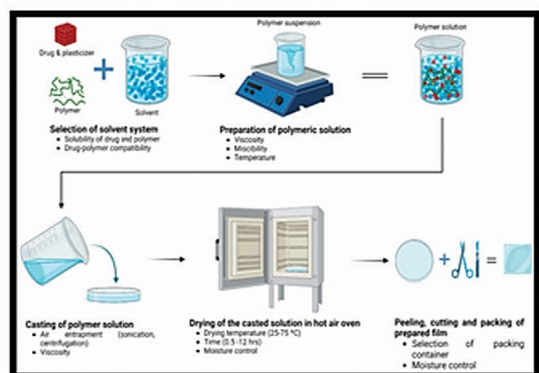
[30] Li, D., et al., An engineering-oriented approach to construct rough micro/nano-structures for anticorrosion and antifouling application. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 2021. 621: p. 126590.

[31] Li, K., et al., Polymer brush grafted antimicrobial peptide on hydroxyapatite nanorods for highly effective antibacterial performance. *Chemical Engineering Journal*, 2021. 423: p. 130133.

[32] Shukla, A., et al., Controlling the release of peptide antimicrobial agents from surfaces.

اخبار





شکل ۱: فرآیند تشکیل فیلم مصنوعی.

مسئله‌ای به کمک پروفیسور اورلین^۲ ولو به آن پاسخ داده می‌شود:

براساس تحقیقات دانشگاه کارولینای شمالی، موادی با ساختار پیشرفته برگرفته از سخت پوستان و جلبک‌های دریایی می‌توانند بخشی از پاسخ نسل بعدی به چالش جایگزینی لایه‌های پلاستیکی مبتنی بر نفت باشند. برای مثال ترکیب کیتوزان^۳، یک بایوپلیمر که عامل سختی پوست خرچنگ است، با آگارز^۴، یک بایوپلیمر استخراج شده از جلبک دریایی که برای ساخت ژل استفاده می‌شود، فیلم‌های کامپوزیتی بیوپلیمری منحصر به فردی با استحکام بیشتر ایجاد می‌کند.

همچنین این فیلم‌ها تخریب پذیر، دارای خواص ضد باکتریایی، ضد آب و شفاف هستند. این فیلم‌ها در نهایت می‌توانند منجر به تولید فیلم‌هایی تخریب‌پذیر برای بسته‌بندی مواد غذایی و کالاهای مصرفی شوند. همچنین در پایان این مقاله پروفیسور ولو در حوزه جایگزینی پلیمرهای مصنوعی به این نکته اشاره کرد:

محققان بایوپلیمرهای برگرفته شده از اقیانوس را برای جایگزینی فیلم‌های پلاستیکی مصنوعی ترکیب می‌کنند.

این روزها پلیمرها در زندگی روزمره ما استفاده‌ی زیادی دارند، از لباسی که می‌پوشیم است، عینکی که به چشم می‌زنیم حتی ساعتی که به دستمان می‌بندیم ولی با این حال یکی از مهم‌ترین این کاربردها فیلم‌های پلیمری است که در صنایع‌ای مانند بسته‌بندی، ساختمان سازی و عکاسی مورد استفاده روزمره انسان‌ها قرار می‌گیرد.

حدوداً در سال ۱۸۶۸ میلادی بود که شخصی به نام جان وزلی هیت^۱ سلولوئید (سلولز نیترات) را ساخت و چرخ تولید پلیمرها را به حرکت در آورد.

از آن زمان علم پلیمر به مرور زمان پیشرفت‌های گوناگونی رسید. پلیمرهای جدیدتر با خواص مکانیکی بهتر ساخته شدند، فرآیند‌های پلیمریزاسیون بهبود یافتند و در همین حین بود که شخصی به نام جورج ایستمن سعی کرد که جایگزینی برای فیلم‌های عکاسی سنگین آن زمان پیدا کند. ایستمن با ترکیب سلولز نیترات و یک حلال اولین فیلم پلیمری را ساخت.

به زمان حال بازگردیم، فیلم‌های پلیمری در تمامی صنایع استفاده می‌شوند ولی حال در طولانی مدت با مسئله‌ای جدید مواجه خواهیم شد، دفع و بازیافت.

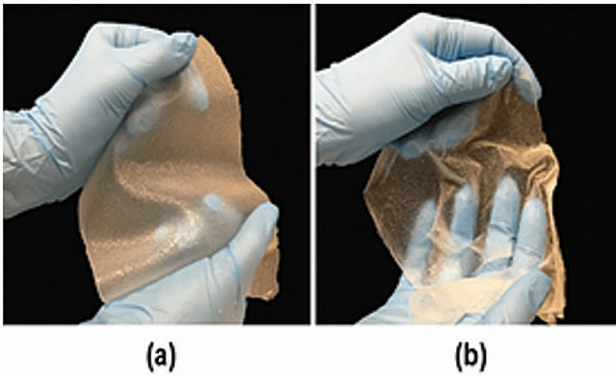
^۱John Wesley Hyatt

^۲Orlin D. Velez

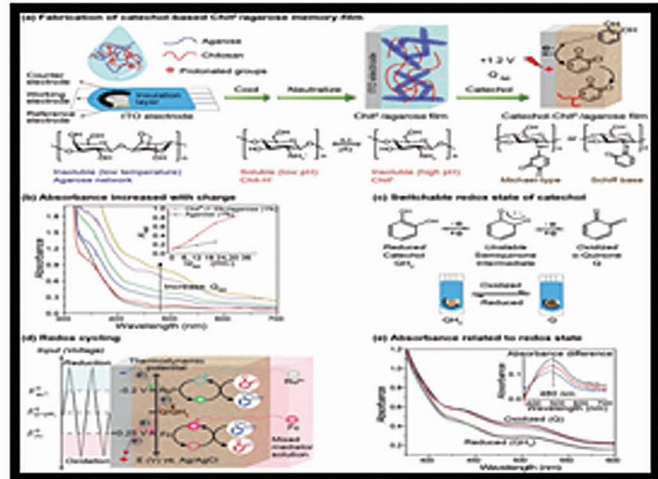


^۳Chitosan

^۴Agarose



شکل ۳. تصاویری از فیلم کیتوزان/آگارز ساخته شده در حالت: (a) فیلم در حالت مرطوب با ضخامت ۲.۱۲ میلی‌متر. (b) فیلم در حالت مرطوب با ضخامت ۰.۱۵ میلی‌متر.



شکل ۲. (a) ساخت فیلم کاتکولی بر مبنای کیتوزان-آگارز، (b) نمودار جذب بر مبنای افزایش جریان الکتریکی، (c) اکسایش کاهش متناوب کاتکول (d) چرخه اکسایش کاهش، (e) نمودار جذب بر مبنای اکسایش کاهش

را با موادی الیاف ماندی به نام "کلوئید های دندریتی نرم" که متشکل از کیتوزان هستند در ابعاد کلوئیدی^۵ تقویت کردند. فیبر های کیتوزان به علت شاخه‌ای بودن در ابعاد میکرو و نانو در فیلم های آگارزی بسته به محلی که فیلم قرار است اعمال شود باعث ایجاد استحکام و ثبات می‌شوند.

در پایان این مقاله دکتر ولو خاطر نشان کرد که آزمایشگاهش همچنان به تحقیق و توسعه فیلم های بایوپلیمری با این هدف که خواص آن ها با فیلم های مصنوعی برابری کند ادامه خواهد داد.

مرجع

Kulikowski, Mick. A novel sandwich-structured composite from biopolymers for building envelope applications. 11 December 2023.

<<https://phys.org/news/2023-12-sandwich-structured-composite-biopolymers-envelope-applications.html>>.

^۵ نانومتر ۲۷



«پلیمر های مصنوعی فیلم های خوبی می‌سازند، ولی ما به فکر جایگزینی آن هستیم. موقعی که مسئله بایوپلیمرها مطرح است سوال اصلی این است که چگونه پیوندهای بین پلیمرهای طبیعی که در این سناریو، آگارز و کیتوزان است را به طوری که همان خواص مطلوبی که در پلیمر مصنوعی داشتیم را در بایوپلیمر نیز داشته باشیم تنظیم کنیم؟ ممکن است ترکیب کیتوزان و آگارز به تنهایی کافی نباشد.» همچنین در ادامه گفت که در تلاش های قبلی تیمش ترکیب آگارز و کیتوزان خواص مطلوبی داشت ولی وقتی به مرحله‌ی تشکیل فیلم می‌رسید، فیلمی شن مانند تشکیل می‌شد که خواص مناسبی نداشت. به همین علت ولو و همکارانش رویکردی متفاوت را پیش گرفتند. آنها فیلم های آگارزی

ثبت اختراع جدید برای پلیمرهای مبتنی بر زیست برای استفاده در دستگاه‌های پیزوالکتریک

او شروع به بررسی دسته‌ای از پلیمرها به نام پلی‌هیدروکسی آلکانوات‌ها^۱ کرد که نوعی پلی‌استر طبیعی^۸ است که توسط باکتری‌ها و سایر میکروارگانیسم‌ها^۹ و گیاهان تولید می‌شود.

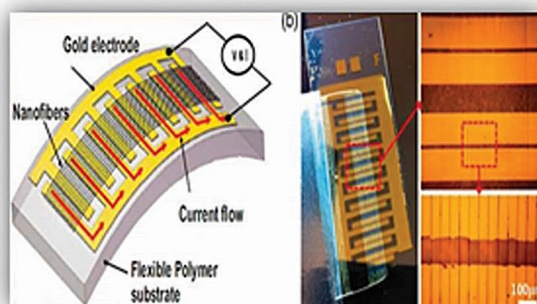
نودا توضیح داد که مشکل این بود که پلی‌هیدروکسی آلکانوات‌هایی که در آن زمان شناخته شده بودند بسیار سفت^{۱۰} و شکننده^{۱۱} بودند و در اکثر کاربردهای عملی مفید نبودند.

نودا با اشاره به طول زنجیره گروه جانبی آلکیل در پلیمر توضیح داد: "من در حال تحلیل طیف‌سنجی‌های زیادی بودم و متوجه شدم که باید بتوانیم باکتری‌هایی را پیدا کنیم که می‌توانند ساختار مولکولی پلی‌هیدروکسی آلکانوات‌ها را به روش خاصی تغییر دهند.

این شاخه‌ها می‌توانند متیل یا اتیل باشند که به راحتی نمی‌توان آنها را ذوب یا پلیمریزه کرد. اما وقتی این شاخه را به سه کربن گسترش دهید، یعنی پروپیل یا حتی طولانی‌تر، ناگهان مواد را می‌توان آسان‌تر پلیمریزه کرد و به پلاستیکی قوی و مفید تبدیل شد."

این پلیمر زیست تخریب پذیر^{۱۲} با نام تجاری نوداکس، امروزه در مقیاس صنعتی توسط صنایع دنیمر^{۱۳}، یک شرکت بایوتکنولوژی با تمرکز بر ایجاد مواد پایدار برای جایگزینی پلاستیک‌های معمولی تولید می‌شود. دانشگاه دلاور همچنین یک مشارکت مداوم با صنایع دنیمر دارد که از تلاش‌های اخیر برای ثبت اختراع پشتیبانی می‌کند.

مهندسان دانشگاه دلاور^۱، موفق به ثبت اختراع برای تولید بایوپلیمر^۲ی به نام نوداکس^۳ شدند که با استفاده از آن دستگاه‌های پیزوالکتریک^۴ ساخته می‌شود. این پلیمر زیست تخریب پذیر، توسط پروفیسور ایسائو نودا^۵ سنتز شده است و خواص پیزوالکتریک بالایی دارد. به این معنی که می‌تواند در اثر خم شدن یا تغییر شکل برق تولید کند. این اختراع می‌تواند جایگزین مواد پیزوالکتریک سنتی که شامل مواد شیمیایی مضر هستند بشود و کاربردهای گسترده‌ای در سنسورها و محرک‌ها داشته باشد.



شکل ۱: شماتیک (سمت چپ) و یک ماده پیزوالکتریک آلی که نشان می‌دهد چگونه می‌توان از این مواد برای هدایت جریان الکتریکی استفاده کرد (سمت راست).

زمانی که پروفیسور نودا به عنوان یک دانشمند در پروکتر و گمبل^۶ کار می‌کرد، وظیفه یافتن نوع جدیدی از مواد زیست تخریب پذیر برای پوشاک و بسته بندی یکبار مصرف را بر عهده داشت.

^۱University of Delaware ^۲Piezoelectric

^۳Biopolymer

^۴Nodax

^۵Isao Noda

^۶The Procter & Gamble Company (P&G)



^۷ Polyhydroxyalkanoates (PHA's) ^۸stiff ^۹danimer scientific

^{۱۰} natural polyester

^{۱۱} micro organisms

^{۱۲} brittle

^{۱۳} Biodegradable polymer

یافته‌ها مبنی بر این است که نوداکس دارای خواص پیزوالکتریک بالایی است و به این معنی است که می‌تواند به طور بالقوه در حسگرها یا محرک‌ها استفاده شود. نوداکس همچنین ممکن است به عنوان یک جایگزین احتمالی برای پلی وینیلیدین فلوراید^{۱۴}، یک ماده پیزوالکتریک رایج که از پلی فلورو آلکیل^{۱۵} ساخته شده است، استفاده شود. صنایع‌دنیمر در حال حاضر با شرکای خود برای تولید ییاف نساجی با استفاده از نوداکس برای جایگزینی ییاف معمولی کار می‌کند موادی مانند پلی اتیلن ترفتالات^{۱۶} و پلی پروپیلن^{۱۷}.

مرجع

Brockmeier, Erica K. New patent for bio-based polymer to be used in piezoelectric devices. 07 may 2024. University of Delaware. 07 june 2024. <<https://phys.org/news/2024-05-patent-bio-based-polymer-piezoelectric.html>>.

برخلاف روشی که پلاستیک‌های استاندارد ساخته می‌شود، نوداکس در مخازن بزرگی از باکتری‌ها با استفاده از مواد خام گیاهی تولید می‌شود. سپس پلیمرهای فرموله شده نوداکس توسط شرکت‌های دیگر خریداری می‌شود تا محصولات نهایی مختلف با نرخ تجزیه زیستی مشابه سلولز یا ضایعات مواد غذایی تولید شود.



شکل ۲: پلیمرهای نوداکس برای تولید انواع محصولات نهایی با نرخ تجزیه زیستی مشابه سلولز یا ضایعات مواد غذایی استفاده می‌شود.

نودا همچنین اضافه کرد: "دانیمر ساینتیفیک پیشگام در تولید تجاری پلی‌هیدروکسی آلکانوات‌های طبیعی است که مواد زیست تخریب پذیر، کمپوست پذیر، تجدیدپذیر و کاملاً تایید شده را برای بسیاری از کاربردهای مختلف خدمات غذایی و بسته بندی مانند نی، کارد و چنگال، پوشش‌های کاغذی، کپسول‌های قهوه و فیلم‌های انعطاف پذیر ارائه می‌کند."

^{۱۴}polyvinylidene fluoride (PVDF)

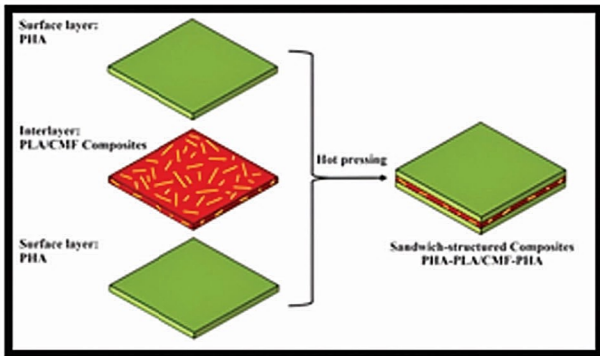
^{۱۵}Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS)



^{۱۶}Polyethylene terephthalate (PET)

^{۱۷}Polypropylene (PP)

یک کامپوزیت با ساختار ساندویچی^۱ جدید متشکل از بایوپلیمرها^۲ که برای پوشش دهی ساختمان‌ها استفاده می‌شود.



شکل ۱. شماتیک تشکیل یک کامپوزیت لایه‌ای.

پوشش ساختمان بخشی ضروری از سازه ساختمان است که ساکنان را از اثرات محیطی بیرونی از جمله نور خورشید، برف و باران، باد و انواع آلودگی‌ها محافظت می‌کند.

مکانیزم‌های نفوذ هوا، انتقال حرارت و نفوذ رطوبت می‌تواند تاثیر قابل توجهی روی پوشش ساختمان‌ها داشته باشد. در حال حاضر در صنعت ساختمان‌سازی برای مقابله با این پدیده از لایه‌های محافظتی متنوعی مانند ورقه‌های پلاستیکی یا عایق‌های فومی استفاده می‌شود.

در میان مواد ذکر شده پلیمرها به طور فزاینده‌ای برای ساخت پوشش ساختمان‌ها به کار می‌روند. دانشمندان حوزه پلیمر از ورق‌های پلی اتیلن فشرده شده^۵ به عنوان لایه محافظتی در برابر بخار و رطوبت استفاده می‌کنند، اگرچه استفاده زیاد آن برای محیط زیست مضر است.

هزاران سال است که بشر از کامپوزیت‌ها استفاده کرده است. ۳۴۰۰ سال قبل از میلاد مسیح، اولین بار کامپوزیت به شکل سنتی، توسط ساکنان بین‌النهرین^۳ در عراق ساخته شد. آنها نوارهای چوبی را در زوایای مختلف روی هم می‌چسبانند تا تخته سه لایه ایجاد شود. پس از آن، در حدود ۲۱۸۱ قبل از میلاد، مصریان شروع به ساختن پاپیروس^۴ آغشته به گچ کردند.

کامپوزیت‌های ساندویچ ساختار برای اولین بار در سال ۱۹۴۷ در ایالات متحده آمریکا برای پوشش سقف و عایق کاری منازل ساخته شد و از آن زمان به طور فزاینده‌ای تولید و در کاربردهای مختلف مورد استفاده قرار گرفت. با کشف این نوع از کامپوزیت‌ها، در بسیاری از عایق‌ها از این سیستم استفاده می‌شود و مؤسسات مختلفی به شدت در حال توسعه ای کامپوزیت‌ها هستند. پس از بحران جهانی انرژی، اکثر کشورهای توسعه یافته مانند اروپا و آمریکا به منظور کاهش مصرف انرژی ساختمان که حدود ۴۰ درصد از کل انرژی مصرفی را تشکیل می‌دهد، به شدت به گسترش ساختمان‌های کم مصرف، ساختمان‌های پیش ساخته با پنل‌های دیواری که قابلیت ذخیره انرژی بالایی دارد پرداختند به همین دلیل از سال ۱۹۷۳ کامپوزیت‌های لایه ای روز به روز بین پیمانکاران عمرانی محبوب‌تر شدند.

^۱ Sandwich-structured composite

^۲ Biopolymers

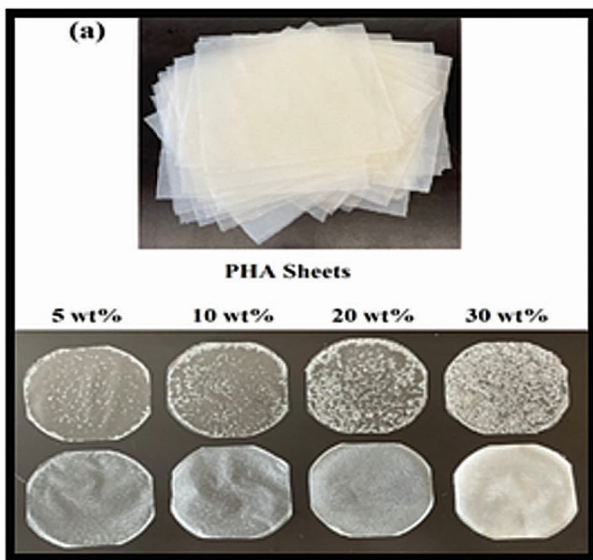
^۳ Mesopotamia

^۴ گیاهی از دسته نی‌ها که در اطراف رود نیل می‌روید و مصریان باستان در حدود ۲۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح از آن کاغذ درست می‌کردند



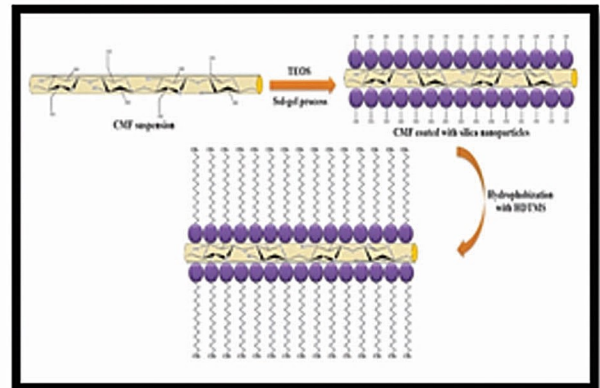
^۵ High Density Polyethylene

برای ایجاد زبری روی الیاف سلولز، این تیم نانو ذرات کروی شکل دی اکسید سیلیسیم را از هسته زایی و هیدرولیز کردن تترا اتیل اروتوسیلیکات^{۱۰} بر روی الیاف سلولز به دست آوردند. دادرس و همکارانش با استفاده از طیف سنجی فوریه ساختار شیمیایی میکروالیاف سلولزی را قبل و بعد از فرآیند سل-ژل^{۱۱} تعیین کردند.



شکل ۳: (a) تصویر بالا: صفحات پلی هیدرو آلکانوات تصویر پایین: کوچک مولکول پلی هیدرو آلکانوات بر مبنای درصد رطوبت

به این ترتیب مسعود دادرس و تیمش یک عایق با ساختار ساندویچی با استفاده از مواد زیستی که شامل پلی هیدروکسی آلکانوات، پلی لاکتیک اسید و میکرو الیاف سلولز بود، ساختند. بنابراین این لایه محافظتی میزان نفوذ بخار آب درون دیوار را جوری تنظیم می کند که از تجمع رطوبت در درون دیوار جلوگیری شود.



شکل ۲: شماتیک تشکیل CMF، کامپوزیت فوم فلزی از طریق واکنش سل-ژل

از آنجایی که پلی هیدروکسی آلکانوات^۶ و پلی لاکتیک اسید^۷ بیوپلیمرهای مهمی در صنعت پلاستیک هستند و همچنین در کارهای اخیر فیلرهای مبتنی بر سلولز برای تولید کامپوزیت ها استفاده شده است، از این پلیمرها در ترکیبات مواد استفاده می شود.

در همین هنگام بود که دکتر دادرس^۸ و همکارانش یک لایه کامپوزیت با ساختار ساندویچی مبتنی بر مواد زیستی جدید تولید کردند، که در آن از پلی هیدروکسی آلکانوات به دلیل خواص ضد رطوبتی آن در لایه بیرونی این عایق استفاده کردند و سپس به علت مسائل زیست محیطی و اقتصادی از پلی لاکتیک اسید و میکرو الیاف سلولزی^۹ در لایه های میانی آن استفاده کردند.

دانشمندان کامپوزیت های ساندویچی را بر اساس مورفولوژی، پایداری حرارتی، خواص مکانیکی و مقاومت رطوبتی تقسیم بندی کردند. آن ها سپس آزمایش دوام را برای بررسی اثر گذر زمان بر روی مقاومت مکانیکی و مقاومت جوی انجام دادند.

^۶ polyhydroxyalkanoate

^۷ polylactic acid

^۸ Dr. Masoud Dadras Chomachayi

^۹ cellulose microfibrils

^{۱۰} Tetraethyl orthosilicate

^{۱۱} sol-gel process

مرجع

Jeewandara, Thamarasee. A novel sandwich-structured composite from biopolymers for building envelope applications. 18 December 2023. 2024. <<https://phys.org/news/2023-12-sandwich-structured-composite-biopolymers-envelope-applications.html>>.

این تیم تحقیقاتی کامپوزیتی چند لایه ای را با استفاده از ورقه‌های پلی هیدروکسی آلکانوات و الیافی که توسط کامپوزیت‌های پلی لاکتیک تقویت شده توسعه دادند تا به کمک آن میکروالیاف سلولز اصلاح شده با نانوذرات کروی شکل سیلیکا بر روی سطوح ایجاد کنند. آب دوستی و پایداری حرارتی فیبرهای سلولزی نیز پس از فرآیند سل-ژل افزایش یافت.

نتایج بدست آمده از تحقیق نشان داد که در کامپوزیت ها مدول یانگ^{۱۲} مواد با ترکیب دو ماده کلیدی افزایش می‌یابد. همچنین در پایان این تحقیق نشان داد که بایوپلیمرها پتانسیل بسیار بالایی برای جایگزینی با مصالح ساختمانی‌ای که مبتنی بر نفت هستند دارد.



^{۱۲} Young's modulus





کنفرانس



معرفی کنفرانس:

◀ فاطمه حاج صادقی

hsdfatemeh@gmail.com

کنفرانس مهندسی زیست پزشکی ایران

کنفرانس مهندسی زیست پزشکی ایران یکی از مهم‌ترین و معتبرترین رویدادهای علمی در حوزه مهندسی پزشکی در کشور است. این کنفرانس از سال ۱۳۸۰ (۲۰۰۱) به صورت سالانه برگزار می‌شود و ۳۰ دوره از آن برگزار شده است. این طول عمر نشان‌دهنده جایگاه پایدار و اثبات این کنفرانس در جامعه علمی مهندسی پزشکی ایران است. در این کنفرانس، استادان دانشگاه‌ها، پژوهشگران، دانشجویان و متخصصان حوزه مهندسی پزشکی از سراسر ایران حضور می‌یابند. این تنوع و گستردگی شرکت‌کنندگان نشان‌دهنده اعتبار و جذابیت این کنفرانس در میان جامعه هدف است. همچنین در این کنفرانس، آخرین دستاوردها و پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه‌های مختلف مهندسی پزشکی ارائه و مورد بحث و تبادل نظر قرار می‌گیرد که موجب به‌روزرسانی دانش و اطلاعات شرکت‌کنندگان می‌شود. از طرفی، در حاشیه کنفرانس، نمایشگاهی از آخرین دستاوردهای صنعتی در حوزه تجهیزات پزشکی برگزار می‌شود که موجب تعامل و

ارتباط نزدیک‌تر میان صنعت و دانشگاه می‌شود و تمهیداتی نیز برای برگزاری کارگاه‌های مرتبط با محورهای همایش فراهم آورده خواهد شد. محورهای اصلی آخرین دوره این کنفرانس شامل پردازش سیگنال بیولوژیکی، بیوانفورماتیک، مهندسی بافت، مهندسی بیومتریال، مدل‌سازی سیستم بیولوژیکی، بیومکانیک ورزشی، دستگاه‌های زیستی، مهندسی عصبی، پردازش تصویر پزشکی، مکانیک سیالات زیستی، ابزارآلات زیستی، توانبخشی، بیوالکترونیک، مهندسی بیوشیمیایی، مهندسی بیوشیمی، سیستم تحویل دارو و سایر رشته‌های مرتبط با مهندسی پزشکی است. با توجه به محورهای کنفرانس که به آن اشاره شد، کنفرانس مهندسی زیست پزشکی ایران، می‌تواند برای مهندسان پلیمر نیز بسیار مفید و مرتبط باشد. زیرا بسیاری از تجهیزات و ابزارهای پزشکی مانند پروتزها، ایمپلنت‌ها و داربست‌های مهندسی بافت از مواد پلیمری ساخته می‌شوند و مهندسان پلیمر می‌توانند در طراحی، ساخت و بهبود این محصولات پلیمری پزشکی نقش داشته باشند. بنابراین اولاً مهندسان پلیمر می‌توانند در این کنفرانس، آخرین دستاوردها و پژوهش‌های خود در رابطه با کاربرد پلیمرها در پزشکی را ارائه کنند که این امر موجب به‌روزرسانی دانش سایر شرکت‌کنندگان و ایجاد همکاری‌های علمی جدید می‌شود.

کنفرانس و استفاده از کارگاه‌های آن، با ارائه مقالات خود به جشنواره با زبان فارسی یا انگلیسی، پس از داوری و تایید آن به دو صورت ارائه شفاهی یا پوستر از این فرصت برای کسب دانش و تجربه در این حوزه و چاپ مقالات استفاده کنند. برای کسب اطلاعات بیشتر و آشنایی با این کنفرانس، می‌توانید به آدرس سایت این کنفرانس به نشانی <https://icbme.ir> مراجعه نمایید.



مراجع

<https://icbme.ir/>

<https://bme.aut.ac.ir/>

<https://www.mech.sharif.ir/fa/w/>

<https://www.wikipedia.org/>

و از طرف دیگر، حضور مهندسان پلیمر در این کنفرانس به آنها کمک می‌کند تا با نیازها و چالش‌های موجود در صنعت تجهیزات پزشکی آشنا شده و این شناخت می‌تواند به آنها در توسعه محصولات پلیمری کاربردی‌تر برای حوزه پزشکی کمک کند. از موضوعات مفید و مرتبط با مهندسان پلیمر در این کنفرانس می‌توان به موضوعاتی نظیر: طراحی و ساخت پلیمرهای سازگار با محیط زیست و بدن انسان برای کاربردهای پزشکی مانند داربست‌های مهندسی بافت و سیستم‌های رهایش دارو، بررسی کاربرد نانوذرات پلیمری در زمینه‌های پزشکی مانند هدف‌گیری دارو و تصویربرداری پزشکی، ارائه پلیمرهایی که قادر به پاسخ دهی به محرک‌های محیطی مانند تغییرات pH و دما برای کاربردهای زیست پزشکی هستند، طراحی و ساخت پلیمرهای مناسب برای تولید پروتزهای پزشکی، ارائه مطالعات درباره سازگاری زیستی و خواص مکانیکی بیومواد پلیمری مورد استفاده در تجهیزات پزشکی و بحث درباره تکنیک‌های ساخت و فرآیندهای پلیمری مناسب برای تولید محصولات پزشکی، اشاره کرد. در آخرین دوره این کنفرانس که سی و یکمین کنفرانس ملی و نهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی زیست پزشکی ایران می‌باشد، دانشکده مهندسی پزشکی دانشگاه صنعتی امیرکبیر با حمایت انجمن مهندسی زیست پزشکی ایران در آذر ماه ۱۴۰۳ اقدام به برگزاری این کنفرانس خواهد کرد و دانشجویان می‌توانند علاوه بر شرکت در این

معرفی‌ها



نگه می‌دارند و به آن‌ها کمک می‌کنند تا در محیط زخم به خوبی عمل کنند.

- بهبود خواص مکانیکی و ساختاری: پلیمرها می‌توانند به تقویت ساختار پانسمان‌های آمنیوتیک کمک کنند و خواص مکانیکی آن‌ها را بهبود بخشند.

این خواص شامل استحکام، انعطاف‌پذیری و قابلیت کشش است که برای محافظت از زخم‌ها و ایجاد محیطی مناسب برای بهبود بسیار مهم است.

- کنترل رطوبت و تنفس‌پذیری: پلیمرهای زیست سازگار می‌توانند خواص کنترل رطوبت را به پانسمان‌ها اضافه کنند، به این صورت که رطوبت لازم برای بهبود زخم را حفظ کنند و در عین حال امکان تبادل گازها و اکسیژن‌رسانی را فراهم کنند.

ویژگی‌های آمنیوسین

۱. عاری از سلول‌های طبیعی: در فرآیند تولید آمنیوسین، تمام سلول‌های موجود در سطح پرده آمنیون برداشته می‌شوند. این اقدام باعث می‌شود که محصول نهایی به صورت یک پوشش شفاف و بدون هرگونه سلول زنده باشد. حذف سلول‌ها از آمنیون مزایای متعددی دارد، از جمله کاهش خطر واکنش‌های ایمنی و افزایش زیست‌سازگاری محصول با بدن انسان.

۲. دارای فاکتورهای زیستی فعال: آمنیوسین حاوی مجموعه‌ای از فاکتورهای زیستی فعال مانند کلاژن، فیبرونکتین، لاینین، پروتئوگلیکان و گلیکوزآمینوگلیکان است. این ترکیبات نقش حیاتی در فرآیند ترمیم زخم دارند:

معرفی محصول نوپا:

آمنیوسین، پانسمان بیولوژیکی

پیشرفته

◀ هلیا حیدری نسب

h_heydrinasab@aut.ac.ir

مقدمه

آمنیوسین یک پانسمان بیولوژیکی پیشرفته است که از پرده آمنیون انسانی مشتق شده و به عنوان یک پوشش بیولوژیکی عاری از سلول عمل می‌کند. این محصول به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد خود، نقش مهمی در درمان زخم‌های مزمن، سوختگی‌ها، و جراحات چشمی ایفا می‌کند.



شکل ۱: آمنیوسین، پانسمان بیولوژیکی پیشرفته

در این پانسمان‌ها، پلیمرهای زیست‌سازگار نقش‌های متعددی را بر عهده دارند:

- حامل برای سلول‌ها: در محصولاتمانند سلول‌های زنده هستند، پلیمرها به عنوان یک ماتریکس زیست‌سازگار عمل می‌کنند که سلول‌ها را در جای خود

مدت زمان درمان و هزینه‌های مرتبط با آن منجر شود.

۲. سوختگی‌های شدید: سوختگی‌های شدید نیاز به درمان فوری و موثر دارند. آمنیوسین می‌تواند به عنوان یک پوشش محافظ برای سوختگی‌ها عمل کند، رطوبت لازم را حفظ کند و از عفونت جلوگیری نماید. همچنین، با استفاده از آمنیوسین، فرآیند ترمیم پوست آسیب‌دیده بهبود می‌یابد.

۳. جراحات چشمی: شفافیت و زیست‌سازگاری بالای آمنیوسین باعث می‌شود که این محصول برای درمان جراحات چشمی بسیار مناسب باشد. آمنیوسین می‌تواند به عنوان یک پوشش محافظ روی قرنیه قرار گیرد و به تسریع فرآیند ترمیم بافت‌های چشمی کمک کند. این ویژگی‌ها باعث می‌شود که آمنیوسین یک گزینه ایده‌آل برای درمان مشکلاتی مانند زخم‌های قرنیه، التهاب‌های چشمی و ترمیم بعد از جراحی‌های چشمی باشد.



شکل ۲: استفاده از آمنیوسین در پانسمان.

مزایای آمنیوسین

۱. زیست‌سازگاری بالا: آمنیوسین به دلیل طبیعت بیولوژیکی خود و فقدان سلول‌های زنده، با بدن انسان کاملاً سازگار است و باعث

• کلاژن: کلاژن یکی از پروتئین‌های اصلی در بافت‌های بدن است که به تقویت ساختار و استحکام بافت‌های آسیب‌دیده کمک می‌کند.
• فیبرونکتین: این گلیکوپروتئین نقش مهمی در فرآیندهای ترمیم بافتی دارد و بافت‌های آسیب‌دیده را بهبود می‌بخشد.

• لامینین: لامینین به تقویت پیوند بین سلول‌ها و بافت‌های مختلف کمک می‌کند و نقش مهمی در حفظ ساختار و عملکرد بافت‌ها دارد.

• پروتئوگلیکان و گلیکوزآمینوگلیکان: این ترکیبات نقش مهمی در حفظ رطوبت و افزایش انعطاف‌پذیری بافت‌ها دارند و به فرآیند بازسازی زخم کمک می‌کنند.

۳. شفافیت محصول: حذف سلول‌ها از سطح آمنیون نه تنها باعث افزایش شفافیت آمنیوسین می‌شود، بلکه این شفافیت را به یکی از ویژگی‌های منحصر به فرد این محصول تبدیل می‌کند. شفافیت آمنیوسین به ویژه در کاربردهای چشمی بسیار حائز اهمیت است، زیرا اجازه می‌دهد که پزشکان به راحتی وضعیت زخم یا جراحات را مشاهده و پیگیری کنند.

کاربردهای آمنیوسین

۱. درمان زخم‌های مزمن: آمنیوسین به دلیل دارا بودن فاکتورهای زیستی فعال، یک انتخاب مناسب برای درمان زخم‌های مزمن است. این زخم‌ها شامل زخم‌های دیابتی، زخم‌های بستر، و دیگر زخم‌های سخت درمان پذیر می‌شود. استفاده از آمنیوسین در این موارد می‌تواند به تسریع فرآیند بهبود زخم کمک کند و به کاهش

- ماتریس خارج سلولی^۱ (ECM): آمینوسین حاوی اجزاء مختلفی از ماتریس خارج سلولی (ECM) است که شامل پروتئین‌های ساختاری و مولکول‌های زیستی فعال مانند کلاژن، فیبرونکتین، لامینین، پروتئوگلیکان و گلیکوزامینوگلیکان می‌باشد. این ترکیبات نقش حیاتی در ساختاردهی و سازماندهی بافت‌ها دارند و به عنوان یک چارچوب پشتیبانی‌کننده برای سلول‌ها عمل می‌کنند.

- کلاژن^۲: به عنوان یکی از پروتئین‌های اصلی ECM، کلاژن نه تنها به حفظ ساختار زخم کمک می‌کند بلکه با ایجاد محیط مناسب برای مهاجرت و تکثیر سلول‌های جدید، فرآیند ترمیم را تسریع می‌کند.

- فیبرونکتین^۳ و لامینین^۴: این پروتئین‌ها به اتصال سلول‌ها به ماتریس خارج سلولی کمک کرده و نقش مهمی در تحریک مهاجرت و تکثیر سلول‌های کراتینوسیت و فیبروبلاست ایفا می‌کنند. این سلول‌ها برای بازسازی بافت آسیب‌دیده و ایجاد اپیتلیوم جدید ضروری هستند.

- پروتئوگلیکان^۵ و گلیکوزامینوگلیکان^۶: این ترکیبات به حفظ رطوبت و انعطاف‌پذیری بافت‌ها کمک کرده و با جذب و ذخیره فاکتورهای رشد و مولکول‌های زیستی دیگر، محیط بهینه‌ای را برای ترمیم زخم ایجاد می‌کنند.

۲. شبیه‌سازی ماتریس طبیعی برای مهاجرت و تکثیر سلولی

- مهاجرت و تکثیر سلولی: هنگامی که آمینوسین روی زخم قرار می‌گیرد، به عنوان یک

تحریک پاسخ‌های ایمنی نمی‌شود. این ویژگی‌ها به جلوگیری از رد پیوند و کاهش عوارض جانبی کمک می‌کند.

۲. تسریع فرآیند بهبود: وجود فاکتورهای زیستی فعال در آمینوسین به تسریع فرآیند ترمیم زخم کمک می‌کند. این فاکتورها باعث تحریک تکثیر سلولی و افزایش سرعت بازسازی بافت‌ها می‌شوند.

۳. کاهش خطر عفونت: آمینوسین به عنوان یک سد فیزیکی عمل کرده و از ورود میکروارگانیسم‌ها به زخم جلوگیری می‌کند. این ویژگی به ویژه در درمان زخم‌های مزمن و سوختگی‌ها که خطر عفونت بالایی دارند، بسیار مفید است.

۴. سادگی در استفاده: آمینوسین به عنوان یک پانسمان آماده استفاده، به راحتی توسط پزشکان و پرستاران قابل استفاده است. این محصول نیاز به آماده‌سازی‌های پیچیده ندارد و به راحتی می‌تواند در محیط‌های درمانی مختلف به کار گرفته شود.

آمینوسین به عنوان یک پانسمان بیولوژیکی از پرده آمینوتیک (غشای جفت انسانی) ساخته می‌شود و در درمان زخم‌های مختلف به کار می‌رود. این پانسمان به واسطه ویژگی‌های منحصر به فرد خود نقش مهمی در ترمیم و بهبود زخم‌های مزمن، سوختگی‌ها، جراحات چشمی، و برخی از اعمال جراحی دارد.

مکانیسم تاثیرگذاری آمینوسین در ترمیم زخم:

۱. فراهم کردن اجزاء زیست‌فعال ماتریس خارج سلولی

^۱ Extracellular Matrix

^۲ Collagen

^۳ Fibronectin



^۴ Laminin

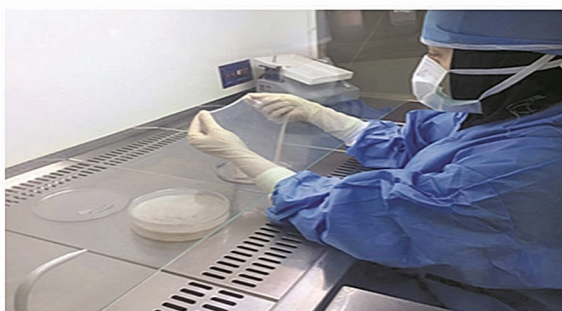
^۵ Proteoglycan

^۶ glycosaminoglycan

۴. استفاده در درمان‌های چشمی به دلیل

شفافیت بالا

- پانسمان چشمی: یکی از ویژگی‌های بارز آمینوسین، شفافیت بالای آن است که به ویژه در درمان‌های چشمی بسیار مفید است. این شفافیت به پزشکان اجازه می‌دهد که فرآیند ترمیم جراحات چشمی را به دقت مشاهده کنند و هرگونه تغییرات در وضعیت زخم را به سرعت تشخیص دهند. آمینوسین به عنوان یک پوشش محافظ بر روی زخم‌های قرنیه و دیگر جراحات چشمی استفاده می‌شود و به تسریع بهبود بافت چشمی کمک می‌کند.



شکل ۳: شفافیت بالای آمینوسین.

نتیجه‌گیری

آمینوسین به عنوان یک پوشش بیولوژیکی پیشرفته، نقشی کلیدی در بهبود زخم‌های مزمن، سوختگی‌های شدید و جراحات چشمی ایفا می‌کند. با ترکیب ویژگی‌های منحصر به فرد مانند شفافیت، زیست‌سازگاری بالا و دارا بودن فاکتورهای زیستی فعال، این محصول یکی از انتخاب‌های برتر در حوزه درمان‌های نوین به شمار می‌رود. استفاده از آمینوسین می‌تواند به بهبود سریع‌تر زخم‌ها، کاهش عوارض و افزایش کیفیت زندگی بیماران کمک کند.

مرجع

<https://www.sinacellco.com>

ماتریس زیستی عمل کرده و شرایط بهینه‌ای برای مهاجرت و تکثیر سلول‌های میزبان فراهم می‌کند. سلول‌های کراتینوسیت و فیبروبلاست که برای ترمیم بافت‌های آسیب‌دیده ضروری هستند، به راحتی به این ماتریس متصل شده و به سمت محل جراحات مهاجرت می‌کنند. این فرآیند باعث بازسازی سریع‌تر اپیتلیوم و ترمیم کامل زخم می‌شود.

- فعال‌سازی فیبروبلاست‌ها: آمینوسین با فعال‌سازی فیبروبلاست‌های متابولیکی که در زخم حضور دارند، به بیان فاکتورهای رشد و تولید پروتئین‌های ماتریسی ضروری کمک می‌کند. این سلول‌ها برای مدت طولانی در زخم زنده می‌مانند و با ترشح مداوم فاکتورهای رشد و مولکول‌های ساختاری، فرآیند ترمیم زخم را تقویت می‌کنند.

۳. تسریع بهبود زخم از طریق گسترش عروق و

اپیتلیوم سازی مجدد:

- گسترش عروق: یکی از مراحل کلیدی در ترمیم زخم، تشکیل عروق جدید (آنژیوژنز) است. آمینوسین با فراهم کردن محیط مناسب و فاکتورهای زیستی فعال، فرآیند گسترش عروق جدید را تسریع می‌کند. این عروق جدید باعث تامین اکسیژن و مواد مغذی برای سلول‌های در حال ترمیم می‌شوند و به بهبود سریع‌تر زخم کمک می‌کنند.

- اپیتلیوم سازی مجدد: آمینوسین با ایجاد شرایط مطلوب برای مهاجرت و تکثیر سلول‌های اپیتلیالی، به بازسازی لایه اپیتلیوم کمک می‌کند. این لایه جدید از سلول‌های اپیتلیالی برای محافظت از زخم و جلوگیری از ورود میکروارگانیسم‌ها به داخل زخم ضروری است.



برای بسته‌بندی و نگهداری ایمن و بهداشتی مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۲. محصولات کاتلری: این دسته شامل محصولات یکبار مصرف کاتلری مانند قاشق، چنگال و کارد است که به‌طور گسترده در رستوران‌ها، کافه‌ها و مصارف خانگی استفاده می‌شوند.

۳. سایر مصنوعات پلاستیکی: طب پلاستیک همچنین انواع دیگری از مصنوعات پلاستیکی مانند لیوان‌های یکبار مصرف، ظروف دارویی و محصولات بهداشتی را تولید می‌کند.



شکل ۲: ظروف بسته‌بندی مواد غذایی طب پلاست

ویژگی‌ها و دستاوردها

- کیفیت بالا یکی از مهم‌ترین اهداف طب پلاستیک ارائه محصولات با کیفیت بالا بوده است که این هدف را با استفاده از مواد اولیه باکیفیت، فناوری‌های پیشرفته تولید و رعایت استانداردهای بهداشتی و زیست محیطی محقق کرده است.
- صادرات: نزدیک به ۴۰ درصد از تولیدات طب پلاستیک به بازارهای بین‌المللی صادر می‌شود. این صادرات به کشورهای مختلف منطقه‌ای و جهانی انجام می‌شود و نشان‌دهنده موفقیت این شرکت در عرصه جهانی است.
- عناوین و افتخارات: طب پلاستیک به عنوان تولیدکننده نمونه کشوری و صادرکننده نمونه استانی شناخته شده و در زمینه تولید محصولات بهداشتی، دارویی و غذایی دارای جایگاه برجسته‌ای است.

معرفی شرکت

◀ هلیا حیدری نسب

h_heydrinasab@aut.ac.ir

گروه صنعتی طب پلاستیک

گروه صنعتی طب پلاستیک یکی از برجسته‌ترین و شناخته‌شده‌ترین شرکت‌های تولید کننده ظروف یکبار مصرف و مصنوعات پلاستیکی در ایران است. این شرکت از سال ۱۳۷۷ با هدف تولید محصولات با کیفیت بالا و قابلیت رقابت در بازارهای داخلی و منطقه‌ای فعالیت خود را آغاز کرد. طی این سال‌ها، طب پلاستیک به دلیل تمرکز بر کیفیت، نوآوری و تکنولوژی پیشرفته، به یک برند معتبر در صنعت تولید محصولات یکبار مصرف تبدیل شده است.



شکل ۱: گروه صنعتی طب پلاستیک

محصولات و خدمات

طب پلاستیک طیف وسیعی از محصولات پلاستیکی را تولید می‌کند که شامل:

۱. ظروف بسته‌بندی مواد غذایی: این محصولات شامل انواع ظرف‌های بسته‌بندی مواد غذایی مانند سینی‌ها، جعبه‌ها و ظروف دیگر است که

ادامه پیدا کرد. این استارت آپ بعدها نام خود را به پانوتک تغییر داد و در سال ۱۳۹۷ با عنوان شرکت نانو زیست پلیمر پارس فعالیت خود را آغاز کرد. در همان سال، این شرکت توانست تأییدیه نانو مقیاس را از واحد ارزیابی محصولات ستاد توسعه فناوری نانو دریافت کند.

در سال ۱۳۹۸، شرکت نانو زیست پلیمر پارس موفق به اخذ گواهی دانش بنیان از کارگروه ارزیابی شرکت های دانش بنیان شد. همچنین، در همین سال صندوق پرشین دارو البرز به همراهی صندوق نوآوری و شکوفایی به عنوان سرمایه گذاران جدید، به شرکت پیوستند.

این شرکت با تکیه بر ۶ سال تجربه در زمینه تولید و سنتز نانو سلولز باکتریایی، توانسته است محصولات متنوعی در زمینه نانو کامپوزیت سلولز باکتریایی برای کاربردهای گوناگون تولید کند. پنج دلیل برتری محصولات این شرکت نسبت به رقبای عبارتند از:

۱. تیم قوی و پر انرژی
۲. بالاترین نرخ تولید در جهان
۳. بهینه سازی فرآیند تولید به صورت تکرار پذیر
۴. کم هزینه ترین و پر بازده ترین فرآیند تولید در جهان
۵. توانایی تولید انواع مشتقات نانو سلولز باکتریایی با کیفیت بالا.

شرکت نانو زیست پلیمر پارس، با تکیه بر فناوری نانو و نوآوری های پیشرفته، سه دسته محصول کلیدی را تحت برند پانوتک ارائه می دهد. این محصولات در حوزه های مراقبت از زخم، زیبایی پوست، و همچنین کاربردهای صنعتی و پژوهشی به کار گرفته می شوند.

• نوآوری و توسعه: طب پلاستیک همواره در جستجوی نوآوری و بهبود فرآیندهای تولید است تا محصولات خود را با بالاترین سطح از کیفیت و کارایی به بازار عرضه کند.

• این شرکت با تعهد به کیفیت، نوآوری و رعایت اصول زیست محیطی، توانسته است نقش مهمی در صنعت تولید محصولات یکبار مصرف در ایران ایفا کند و همچنان در حال گسترش دامنه فعالیت های خود در بازارهای داخلی و بین المللی است.



شکل ۳: ظروف بسته بندی مواد غذایی طب پلاست

شرکت نانو زیست پلیمر پارس

شرکت نانو زیست پلیمر پارس، که با نام سابق نانو سلوپان شناخته می شد، از طریق چالش های نوآوری و فناوری ستاد ویژه توسعه فناوری نانو به شهرت رسید. این شرکت در آذرماه ۱۳۹۶ با شرکت در چالش فناوریانه "زخم پوش های زخم پای دیابتی" از بین ۹۸ طرح شرکت کننده، پس از انجام تست های ساختاری و کیفی، به مقام اول دست یافت. در ادامه، شتاب دهنده هم آوا (که پیشتر با نام شزان شناخته می شد) در جریان فن بازار زخم پوش های مبتنی بر نانو الیاف، که در دومین کنفرانس بین المللی نانو الیاف در دانشگاه علوم پزشکی تهران برگزار شد، علاقه مند به سرمایه گذاری بر روی این استارت آپ گردید. از دی ماه ۱۳۹۶ به بعد، فعالیت این شرکت با سرمایه گذاری شتاب دهنده هم آوا



۲. محصولات زیبایی پوست - ماسک زیبایی

صورت Beauty Face

ماسک زیبایی صورت Beauty Face، یکی از پیشرفته ترین محصولات در حوزه مراقبت از پوست است که از فناوری نانو الیاف سلولز باکتریایی بهره می برد. این ماسک طراحی شده تا پوست صورت را به طور کامل مرطوب نگه دارد و به جوانسازی آن کمک کند. ویژگی های برجسته این محصول شامل موارد زیر است:

- رطوبت رسانی عمیق: نانو الیاف سلولز باکتریایی به دلیل ساختار خاص خود، توانایی جذب بالای رطوبت دارد که به نگه داشتن پوست در حالت مرطوب و شاداب کمک می کند.
- تقویت خاصیت ارتجاعی پوست: استفاده منظم از ماسک Beauty Face باعث افزایش خاصیت ارتجاعی پوست شده و به کاهش چین و چروک ها کمک می کند.
- زیست سازگاری و بدون عوارض: این ماسک به دلیل ترکیبات طبیعی و زیست سازگار خود، هیچ گونه تحریک یا حساسیتی برای پوست ایجاد نمی کند.
- بهبود بافت و ظاهر پوست: با تکیه بر تکنولوژی نانو، این ماسک به بهبود بافت پوست و افزایش شفافیت و درخشندگی آن کمک می کند.



شکل ۵: ماسک زیبایی صورت Beauty Face

۱. محصولات مراقبت از زخم - زخم پوش پانوتک

زخم پوش های پانوتک نسل جدیدی از محصولات مراقبت از زخم هستند که بر پایه نانو الیاف سلولز باکتریایی ساخته شده اند. این محصولات به ویژه برای درمان زخم های مزمن مانند زخم های دیابتی، زخم های فشاری و زخم های جراحی بسیار مؤثر هستند. ویژگی های منحصر به فرد این زخم پوش ها شامل موارد زیر است:

۱. زیست سازگاری بالا: زخم پوش های پانوتک کاملاً با بافت های بدن سازگار هستند و هیچ گونه عوارض جانبی در طول درمان ایجاد نمی کنند.
۲. توانایی ایجاد محیط مرطوب: این زخم پوش ها رطوبت مورد نیاز برای بهبود سریع تر زخم ها را فراهم می کنند، در حالی که از تبخیر بیش از حد رطوبت جلوگیری می کنند.
۳. خواص ضد میکروبی: به دلیل استفاده از نانو الیاف سلولز باکتریایی، این محصولات دارای خواص ضد باکتریایی طبیعی هستند که به کاهش خطر عفونت کمک می کند.
۴. استفاده آسان و انعطاف پذیر: زخم پوش های پانوتک به راحتی به سطح زخم می چسبند و به راحتی جدا می شوند، بدون اینکه به بافت های تازه آسیب بزنند.

ویژگی های پانوتک



شکل ۴: زخم پوش های پانوتک نسل جدیدی از محصولات مراقبت از زخم





شکل ۶: ویژگی نانو سلولوز باکتریایی

علم نانو و نیازهای عملی، راه حل هایی مؤثر برای چالش های موجود ارائه دهد.

شرکت دانش بنیان سیناسل

شرکت دانش بنیان سیناسل، با تکیه بر نوآوری در زمینه سلول های بنیادی و مهندسی بافت، یکی از پیشگامان تولید و تجاری سازی محصولات مبتنی بر پزشکی ترمیمی در ایران و منطقه است. تأسیس این شرکت در سال ۱۳۸۶ با هدف ایجاد یک بستر مناسب برای توسعه تکنولوژی های پیشرفته در زمینه سلول های بنیادی و بافت، نقطه عطفی در پیشرفت علمی و پژوهشی کشور به شمار می آید. این شرکت با استفاده از دانش روز و بهره گیری از پژوهشگران برجسته، موفق به دستیابی به تکنولوژی های نوین در این حوزه شده است.



شکل ۷: شرکت دانش بنیان سیناسل

۳. محصولات صنعتی و پژوهشی - نانو کامپوزیت های

سلولز باکتریایی Nano Cellulose

نانو کامپوزیت های سلولز باکتریایی Nano Cellulose یکی از محصولات پیشرفته شرکت نانو زیست پلیمر پارس است که به منظور استفاده در پروژه های تحقیقاتی و صنعتی طراحی شده است. این کامپوزیت ها ویژگی های منحصر به فردی دارند که آنها را برای کاربردهای مختلف صنعتی و پژوهشی بسیار مناسب می سازد:

۱. استحکام و دوام بالا: نانو کامپوزیت های سلولز باکتریایی به دلیل ساختار نانو مقیاس خود، دارای استحکام و دوام بالایی هستند که آنها را برای استفاده در شرایط سخت صنعتی مناسب می کند.

۲. سبکی و انعطاف پذیری: این مواد به رغم استحکام بالا، بسیار سبک و انعطاف پذیر هستند که کاربردهای گسترده ای در صنایع مختلف مانند بسته بندی، الکترونیک و ساخت و ساز دارند.

۳. زیست تخریب پذیری: نانو کامپوزیت های Nano Cellulose کاملاً زیست تخریب پذیر هستند و هیچ گونه اثر منفی بر محیط زیست ندارند، که این ویژگی آنها را به گزینه ای پایدار و دوستدار محیط زیست تبدیل می کند.

۴. قابلیت سفارشی سازی: این محصولات قابلیت سفارشی سازی بر اساس نیازهای خاص هر پروژه را دارند، از جمله تغییر در ترکیب بندی و ویژگی های فیزیکی و شیمیایی مواد.

این محصولات نشان دهنده تعهد شرکت نانو زیست پلیمر پارس به ارائه راه حل های نوآورانه و پایدار در زمینه های مختلف است و توانسته است با ترکیب



پیشینه و دستاوردها

شرکت سیناسل فعالیت خود را با انجام طرح‌های پژوهشی مصوب دانشگاه‌ها در زمینه درمان بیماران با استفاده از سلول‌های بنیادی آغاز کرد. این فعالیت‌ها به سرعت به توسعه دانش و تکنولوژی‌های جدید منجر شد. شرکت توانست در همکاری با کشور اتریش، تکنولوژی تولید بافت غضروف برای درمان زانو را به دست آورد و آن را در ایران پیاده‌سازی کند. این موفقیت نه تنها باعث ارتقای سطح دانش فنی شرکت شد، بلکه امکان استفاده از این تکنولوژی پیشرفته در درمان بیماران را فراهم کرد. سیناسل به عنوان اولین شرکت ایرانی، تأییدیه GMP^۱ برای تولید سلول‌های بنیادی، غضروف، پرده آمنیوتیک، سلول‌های چربی و پلاسمای غنی از پلاکت (PRP)^۲ را از وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی دریافت کرده است. این تأییدیه نشان از تعهد شرکت به رعایت بالاترین استانداردهای جهانی در تولید و فرآوری محصولات دارد.

محصولات و خدمات

شرکت سیناسل تاکنون سه محصول اصلی را به بازار دارویی کشور عرضه کرده است:

۱. آمنیوسین: محصولی بر پایه پرده آمنیوتیک که برای کاربردهای مختلف درمانی از جمله در جراحی‌های ترمیمی و چشم‌پزشکی استفاده می‌شود.
۲. سل آمنیوسین: محصولی دیگر بر پایه پرده آمنیوتیک با خواص ویژه‌ای که برای استفاده در سلول درمانی طراحی شده است.

۳. آمنیودیسک: محصولی با استفاده از پرده آمنیوتیک که به‌ویژه برای درمان آسیب‌های مفصلی و ترمیم بافت‌های آسیب‌دیده مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر این، شرکت سیناسل ده‌ها محصول دیگر مرتبط با حوزه سلول‌درمانی را در مراحل مختلف تحقیق و توسعه دارد. این محصولات با تمرکز بر نیازهای درمانی و پژوهشی توسعه یافته‌اند و به زودی به بازار عرضه خواهند شد.

سیناسل همچنین خدمات گسترده‌ای در زمینه تأمین سلول براساس استانداردهای GMP ارائه می‌دهد. این خدمات شامل تأمین سلول‌های بنیادی برای استفاده در پژوهش‌های علمی، پروژه‌های تحقیقاتی و همچنین درمان‌های پزشکی است. این شرکت با ارائه این خدمات به پژوهشگران و درمانگران، نقش مهمی در پیشرفت علمی و درمانی کشور ایفا می‌کند.

ماموریت و استراتژی شرکت سیناسل

ماموریت شرکت سیناسل، ایجاد یک پل مطمئن و کارا بین محصولات مبتنی بر پزشکی ترمیمی از مرحله آزمایشگاهی تا مرحله اخذ مجوزهای درمانی است. این ماموریت از طریق رویکردهای زیر دنبال می‌شود:

۱. تحقیق و توسعه: تمرکز بر تحقیقات پیشرفته در زمینه سلول‌های بنیادی و مهندسی بافت، به منظور تولید محصولات جدید و نوآورانه. این شرکت با استفاده از آخرین تکنولوژی‌ها و روش‌های علمی، سعی در گسترش مرزهای دانش و

^۱ Good Manufacturing Practice

^۲ Platelet-rich plasma



کارکنان در زمینه‌های مربوط به سلول‌های بنیادی و مهندسی بافت، از اولویت‌های این شرکت است. ۶. اخذ دانش روز: سیناسل به‌طور مستمر به دنبال جذب جدیدترین دستاوردهای علمی و فناوری‌های نوین در حوزه پزشکی ترمیمی است. این شرکت با پیگیری تحقیقات و نوآوری‌های جهانی، تلاش می‌کند تا از تکنولوژی‌های پیشرفته در فرآورده‌های تحقیق و توسعه خود استفاده کند.

چشم‌انداز آینده شرکت

چشم‌انداز آینده شرکت سیناسل، تبدیل شدن به قطب تولیدی محصولات مبتنی بر پزشکی ترمیمی در سطح منطقه است. این چشم‌انداز شامل اهداف زیر است: ۱. رهبری بازار: دستیابی به جایگاه برتر در بازار منطقه‌ای و بین‌المللی در زمینه تولید و عرضه محصولات پزشکی ترمیمی از جمله اهداف بلندمدت این شرکت است. سیناسل با تمرکز بر کیفیت، نوآوری و نیازهای بازار، به دنبال گسترش سهم خود در بازارهای جدید و تثبیت جایگاه خود در بازارهای فعلی است.

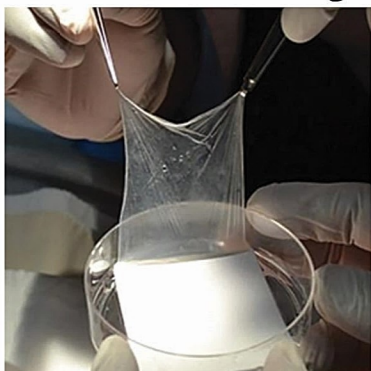
۲. توسعه فناوری: سرمایه‌گذاری مستمر در فناوری‌های نوین و پیشرفته در زمینه سلول‌های بنیادی و مهندسی بافت، از اولویت‌های اصلی شرکت است. سیناسل با بهره‌گیری از دانش و تکنولوژی‌های به روز، به دنبال توسعه محصولات جدید و بهبود فرآورده‌های تولید است.

به‌کارگیری آن در تولید محصولات با ارزش افزوده بالا دارد. ۲. استانداردسازی فرآورده‌ها: سیناسل به‌طور مداوم فرآورده‌های تولید، کشت سلول‌ها، فرآوری بافت‌ها و بسته‌بندی محصولات خود را مطابق با استانداردهای بین‌المللی و ملی بررسی و بهینه‌سازی می‌کند. این شرکت با رعایت دقیق استانداردهای GMP، تلاش می‌کند تا محصولات خود را با بالاترین کیفیت ممکن به بازار عرضه کند. ۳. تجاری‌سازی محصولات: توسعه روش‌ها و استراتژی‌هایی برای تجاری‌سازی محصولات آزمایشگاهی و تبدیل آنها به محصولات قابل استفاده در درمان‌های پزشکی از اهداف کلیدی شرکت است. سیناسل با تمرکز بر نیازهای بازار و همکاری با شرکت‌های دارویی و نهادهای بهداشتی، محصولات خود را به بازارهای ملی و بین‌المللی معرفی می‌کند. ۴. اخذ مجوزهای درمانی: سیناسل با همکاری نزدیک با نهادهای قانونی و بهداشتی، تلاش می‌کند تا تمامی مجوزهای لازم برای استفاده از محصولات خود در درمان‌های پزشکی را اخذ کند. این شرکت به عنوان یک پل ارتباطی بین پژوهش‌های علمی و کاربردهای درمانی، نقش مهمی در تجاری‌سازی نتایج تحقیقات و توسعه کاربردهای بالینی ایفا می‌کند. ۵. آموزش مداوم کارکنان: شرکت سیناسل به آموزش مداوم کارکنان خود اهمیت ویژه‌ای می‌دهد. برگزاری دوره‌های آموزشی و کارگاه‌های تخصصی برای به روزرسانی دانش و مهارت‌های

• سل آمنیوسین^۳

پانسمان آمنیوسین به همراه سلول یکی از محصولات پیشرفته شرکت سیناسل است که به عنوان پانسمانی ویژه برای درمان زخم‌ها طراحی شده است. این پانسمان شامل پرده آمنیوتیک و سلول های زنده است که می‌تواند در بهبود زخم‌ها و کاهش التهابات کمک کند. کاربردهای اصلی این پانسمان عبارت‌اند از:

۱. درمان زخم‌های مزمن: استفاده از سل آمنیوسین می‌تواند به تسریع فرآیند بهبود زخم‌های مزمن و کاهش خطر عفونت کمک کند.
۲. کاهش التهاب: سلول‌های موجود در این پانسمان به کاهش التهاب و بهبود سریع‌تر بافت‌های آسیب دیده کمک می‌کنند.



شکل ۸: سل آمنیوسین

• آمنیوسین (amniosin)

آمنیوسین یک پانسمان آمنیوتیک بدون سلول است که به‌ویژه برای درمان جراحات چشمی توسعه یافته است. این پانسمان از پرده آمنیوتیک ساخته شده و ویژگی‌های زیر را دارا می‌باشد:

۳. گسترش همکاری‌ها: سیناسل به دنبال برقراری همکاری‌های استراتژیک با مؤسسات تحقیقاتی، دانشگاه‌ها و شرکت‌های دارویی بین‌المللی است. این همکاری‌ها به تبادل دانش و تجربه، توسعه پروژه‌های مشترک و گسترش دامنه فعالیت‌های شرکت کمک خواهد کرد.

۴. افزایش ظرفیت تولید: ارتقاء زیرساخت‌های تولیدی به منظور افزایش ظرفیت تولید و بهبود کیفیت محصولات، از جمله اهداف استراتژیک سیناسل است. این شرکت با توسعه خطوط تولید جدید و بهینه سازی فرآیندهای موجود، به دنبال پاسخگویی به نیازهای رو به رشد بازار است.

۵. نوآوری مداوم: سیناسل به نوآوری و پژوهش‌های مداوم اهمیت ویژه‌ای می‌دهد. این شرکت با تشویق به نوآوری و ایجاد فرهنگ تحقیق و توسعه در درون سازمان، به دنبال توسعه محصولات جدید و بهبود محصولات موجود است. این موارد به شرکت سیناسل کمک می‌کنند تا به اهداف بلندمدت خود دست یابد و نقش مهمی در توسعه پزشکی ترمیمی و بهبود کیفیت زندگی بیماران ایفا کند. سیناسل با تکیه بر دانش، نوآوری و تعهد به کیفیت، به دنبال ایجاد تحولی مثبت در حوزه سلامت و پزشکی است.

شرکت سیناسل محصولات و خدمات متنوعی را در زمینه سلول‌درمانی و مهندسی بافت ارائه می‌دهد که در ادامه توضیحاتی درباره هر یک از این محصولات و خدمات ارائه شده است:

۲. پژوهش‌های علمی: این سلول‌ها همچنین می‌توانند در پروژه‌های تحقیقاتی برای توسعه روش‌های جدید درمانی استفاده شوند.

• سینادرم^۶

سینادرم یک پوست تک لایه مصنوعی است که برای درمان انواع زخم‌های پیشرفته توسعه یافته است. این محصول دارای ویژگی‌های زیر است:

۱. درمان زخم‌های پیشرفته: سینادرم به‌ویژه برای درمان زخم‌های دیابتی، زخم‌های فشاری و زخم‌های ناشی از سوختگی مناسب است.
۲. جایگزینی موقت پوست: این پوست مصنوعی به عنوان جایگزینی موقت برای پوست عمل می‌کند و به تسریع فرآیند بهبود و جلوگیری از عفونت کمک می‌کند.

این محصولات و خدمات شرکت سیناسل نمایانگر تعهد این شرکت به پیشرفت در زمینه سلول درمانی و مهندسی بافت است. سیناسل با بهره‌گیری از دانش روز و فناوری‌های پیشرفته، در مسیر توسعه روش‌های نوین درمانی و بهبود کیفیت زندگی بیماران گام برمی‌دارد.

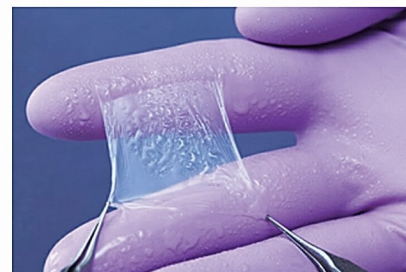
مراجع

<http://basparesh.ippi.ac.ir/>

www.sinacellco.com

<https://tissuehubco.com/>

<http://panotech.ir/>



شکل ۹: آمنیوسکین

• آمنیودیسک^۴

آمنیودیسک یک نوع پانسمان چشمی آمنیوتیک بدون سلول است که به صورت دیسک خشک و آماده استفاده تولید می‌شود. این محصول به‌ویژه برای استفاده در شرایط اضطراری و برای درمان جراحات چشمی مورد استفاده قرار می‌گیرد:

۱. آماده به‌کار بودن: آمنیودیسک به دلیل شکل دیسکی و خشک بودن، به سرعت قابل استفاده است و می‌تواند به سرعت در مواقع اورژانسی به کار گرفته شود.
۲. کاربرد آسان: این پانسمان به راحتی روی چشم قرار می‌گیرد و به تسریع فرآیند بهبود کمک می‌کند.

• سلول‌های بنیادی انسانی^۵

شرکت سیناسل سلول‌های بنیادی انسانی را تولید و عرضه می‌کند که قابل استفاده در فرآیندهای درمانی مختلف هستند. این سلول‌ها دارای پتانسیل بالایی برای استفاده در:

۱. بازسازی بافت‌های آسیب‌دیده: سلول‌های بنیادی می‌توانند در بازسازی بافت‌های آسیب‌دیده از جمله بافت‌های قلب، کبد و پوست به کار روند.

^۴ amniodisk
^۵ stemcell
^۶ sinaderm



تصاویری از محوطه دانشگاه آکرون

معرفی دانشگاه:

دانشگاه اکرون

(University of Akron)

◀ آذین نوبخت azin.nobakht@aut.ac.ir

دانشگاه آکرون (UA) که در سال ۱۸۷۰ تأسیس شد، یک موسسه آموزش عالی است که در شمال شرقی شهر آکرون ایالت اوهایو واقع شده است و بیش از ۸۰ ساختمان در ۲۱۸ هکتار دارد. این موسسه همچنین دارای یک پردیس در اورویل ایالت اوهایو است. در مجموع حدود ۱۵۰۰۰ دانشجو از اوهایو، سراسر ایالات متحده و ۷۰ کشور خارجی در این دانشگاه مشغول به تحصیل هستند.

دانشگاه آکرون در رتبه‌بندی دانشگاه‌ها در سال ۲۰۲۴، در جایگاه ۳۶۱ قرار دارد و طیف گسترده‌ای از دوره‌ها و برنامه‌هایی ارائه می‌دهد که منجر به دریافت مدارک رسمی آموزش عالی مانند مدارک پیش لیسانس (گواهی‌ها، دیپلم، کاردانی یا پایه)، مدارک لیسانس، مدرک کارشناسی ارشد و مدرک دکترا در چندین زمینه تحصیلی از جمله هنر، کسب و کار، زمینه‌های مختلف مهندسی سلامت و بهداشت، حقوق و... می‌شوند. دانشگاه آکرون همچنین چندین تسهیلات و خدمات آکادمیک و غیر آکادمیک از جمله کتابخانه، مسکن، امکانات ورزشی، کمک‌های مالی و یا بورسیه تحصیلی، تحصیل در خارج از کشور و برنامه‌های تبادل، دوره‌های آنلاین و فرصت‌های آموزش از راه دور، حمایت از استارت آپ‌ها و همچنین خدمات اداری را به دانشجویان ارائه می‌دهد.

دانشکده‌های مهندسی دانشگاه آکرون

تدریس رشته‌های مهندسی در دانشگاه آکرون دارای قدمت زیادی است و به سال ۱۹۱۳ بازمی‌گردد. دانشجویان این امکان را دارند که در این دانشگاه در زمینه مهندسی دانشجویان مهندسی دانشگاه اکرون این امکان را دارند که در رشته‌های زیر به تحصیل بپردازند:

- مهندسی پزشکی
- مهندسی شیمی
- مهندسی برق و کامپیوتر
- مهندسی عمران
- مهندسی مکانیک

دانشکده علوم و مهندسی پلیمر

در سال ۱۹۰۹، دکتر چارلز ام. نایت، استاد کالج بوکتل، یک آینده نگری برای تدریس اولین دوره شیمی لاستیک در جهان داشت و دانشجویان را برای مشاغل در صنعت پرونق لاستیک در آکرون، "پایتخت لاستیک جهان" آماده می‌کرد.





دانشکده مهندسی پلیمر دانشگاه آکرون

حداقل الزامات دانشگاه برای پذیرش دانشجویان تحصیلات تکمیلی

- مدرک لیسانس: حداقل مدرک لیسانس چهار ساله ایالات متحده یا معادل بین المللی از یک موسسه معتبر.
- نمرات: حداقل معدل ۲.۵۰، بر اساس مقیاس ۴ امتیازی.
- الزام داشتن GRE برای همه متقاضیان تحصیلات تکمیلی در دانشگاه آکرون تا ۳۰ ژوئن ۲۰۲۴ لغو می شود. این موضوع شامل متقاضیان دپارتمان های مهندسی زیست پزشکی مهندسی شیمی، زیست مولکولی، خوردگی، مهندسی عمران، مهندسی مکانیک و دانشکده علوم پلیمر و مهندسی پلیمر می شود.
- مهارت زبان انگلیسی (TOEFL/IETLS) برای دانشجویانی که زبان مادری آن ها انگلیسی نیست.

مرجع

<https://www.uakron.edu>

در جنگ جهانی دوم، شیمی لاستیک به قدری مورد توجه قرار گرفت که دولت ایالات متحده با دانشگاه آکرون قراردادی بست تا آزمایشگاه تحقیقاتی لاستیک را برای کمک به توسعه لاستیک مصنوعی مورد نیاز برای جنگ ایجاد کند. همانطور که صنعت پلیمر رشد کرد، تحقیقات در زمینه هایی مانند پوشش ها، نانو کامپوزیت ها و کاربردهای زیست پزشکی تکامل یافت. در سال ۱۹۸۳ دپارتمان مهندسی پلیمر برای انجام تحقیقات کاربردی در مورد فرآیندهای پلیمری تأسیس شد. این دانشگاه با عنوان مهم ترین مرکز تحقیقات پلیمر در جهان معروف است. تمرکز اصلی دانشگاه آکرون بر مواد پیشرفته و مهندسی و علم پلیمر از لاستیک تا پلیمرهای زیست تخریب پذیر است که بیش از یک قرن در این زمینه پیشرو هستند. دانشکده علوم و مهندسی پلیمر دانشگاه آکرون دارای پیشرفته ترین امکانات شناسایی و پردازش پلیمر برای تحقیق، آموزش و آزمایش است که توسط دانشمندان پژوهشی سطح Ph.D مدیریت می شود؛ همچنین خانه آکادمی پلیمر جهانی آکرون که سالانه بیش از ۲۰۰۰۰ دانشجوی و استاد را در اختیار دارد، هر سال میزبان المپیادهای علمی و مسابقه لاستیک برای مخترعان جوان است.

از دیگر امتیازات این دانشگاه، ارائه مدرک کارشناسی ارشد منحصر به فرد برای دانشجویان بین المللی است. در برنامه کارشناسی ارشد ویژه آکرون، دانشجویان سال سوم از خارج از کشور به مدت ۲ سال در آکرون به تحصیل می پردازند تا هر دو مدرک خود را تکمیل کنند و مدرک کارشناسی ارشد را دریافت کنند. علاوه بر این، پس از این دوره از استارت آپ های تأسیس شده توسط دانشجویان حمایت می کند.



معرفی نرم افزار:



Model and Simulated Biological System in MATLAB

سید علی مظلومی ◀ alimazloumi@aut.ac.ir

SimBiology جعبه ابزاری^۱ از برنامه‌های یکپارچه را در نرم‌افزار MATLAB ارائه می‌کند که برای تسهیل ساخت، شبیه سازی و تحلیل انواع مدل‌های سیستم‌های پویا مانند داروشناسی و مدل‌های زیست‌شناسی سیستم‌ها طراحی شده‌اند. همچنین قابلیت تنوع بیولوژیکی و روندهای دوزهای مختلف برای نتیجه‌گرایی شرایط تجربی مختلف و استراتژی‌های متفاوت دوز، مدل‌سازی می‌شود.

برنامه SimBiology Model Analyzer این امکان را فراهم آورده تا مدل‌های سیستم‌های پویا تجزیه و تحلیل بهتری داشته باشد. کاربر می‌تواند رفتار دینامیکی یک مدل را با استفاده از حل‌کننده‌های مختلف شبیه‌سازی کرده و پارامترهای مدل را تخمین‌زنی نماید. برای بررسی دینامیک سیستم و راهنمای آزمایش، امکان تحلیل حساسیت و پیمایش^۲ متغیرها همزمان با بررسی تأثیر پارامترهای مدل و شرایط اولیه بر رفتار مدل، در دسترس است.

همچنین SimBiology تکنیک‌های مختلفی را برای تحلیل مدل‌های مبتنی بر مدل‌های معادلات دیفرانسیل ساده^۳ از نظر پیچیدگی و اندازه ارائه می‌کند. توانایی شبیه‌سازی‌هایی برای ارزیابی امکان‌سنجی هدف، پیش‌بینی اثربخشی، ایمنی دارو و شناسایی دوز بهینه قابل اجراست. همچنین امکان بررسی مسیرها و پارامترهای کلیدی با استفاده از تحلیل‌های حساسیت نقطه‌ای^۴ و کلی^۵ قابل شناسایی بوده و با اجرای پیمایش‌های پارامتری، تنوع بیولوژیکی را ارزیابی کنید. برای تخمین پارامترها می‌توان داده‌ها را با استفاده از تکنیک‌های رگرسیون‌گیری، برازش و تجزیه و تحلیل غیرقطعی^۶ انجام شود. تجزیه و تحلیل غیربخشی: محاسبه پارامترهای فارماکوکینتیک^۷ از دوره زمانی غلظت دارو، تجزیه و تحلیل بر روی داده‌های تجربی و شبیه‌سازی برای طرح‌های تک‌دوز یا چندگانه قابل انجام است.

^۱ Toolbox

^۲ step by step

^۳ Ordinary Differential Equation (ODE)



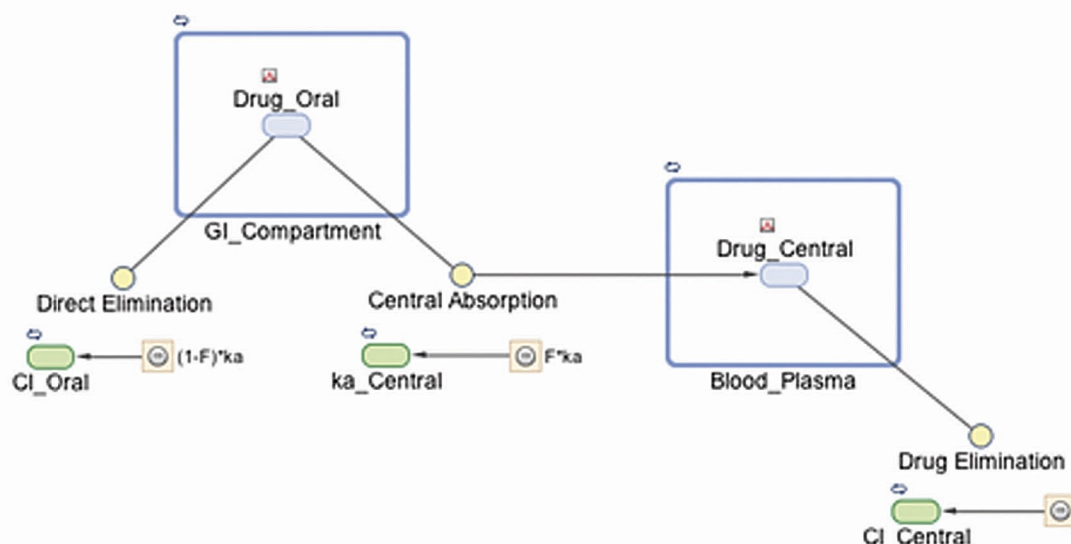
^۴ Local

^۵ Global

^۶ non-compartmental analysis (NCA)

^۷ Pharmacokinetic (PK)

تجزیه و تحلیل غیربخشی: محاسبه پارامترهای فارماکوکینتیکی^۷ از دوره زمانی غلظت دارو، تجزیه و تحلیل بر روی داده‌های تجربی و شبیه‌سازی برای طرح‌های تک‌دوز یا چندگانه قابل انجام است. استراتژی‌های دوز مختلف قابل بررسی است. با ترکیب برنامه‌های دوز مختلف، استراتژی دوز بهینه قابل تعیین است. محاسبه دوز ایمن برای بررسی راه‌های تجویز مفید است. درصد داروی جذب شده، امکان‌سنجی زیستی دارو است. بسترسنجی زیستی یکی از مهمترین خواص فارماکوکینتیکی یک دارو است.



شکل ۱. روند دارورسانی و بسترسازی برای دارو.

برازش داده‌ها برای تخمین پارامترها: تخمین پارامترها با استفاده از رگرسیون غیرخطی با روش‌های محلی^۸، جهانی^۹ یا ترکیبی؛ محاسبه فاصله‌های اطمینان پارامتر و پیش‌بینی اثرات ثابت و اتفاقی با کمک مدل‌سازی قابل انجام است. انجام شبیه‌سازی مونت کارلو: انجام اسکن پارامترها و شبیه‌سازی مونت کارلو برای ارزیابی رفتار مدل، در شرایط مختلف و پیمایش‌های دوز. در این بخش از روندهای تعاملی برای بررسی چگونگی تأثیر تغییرات کمی بر پاسخ مدل استفاده می‌شود [۱].

کاربرد در مقالات

از این ابزار برای مدل‌سازی و شبیه‌سازی و تجزیه و تحلیل بیماری‌های سرطانی استفاده می‌شود. در یکی از این مدل‌سازی‌ها، روند گسترش تومور از طریق اندام آسیب‌دیده را در نظر گرفته و رگ‌زایی تومور مورد بررسی قرار خواهد گرفت. اجرای درمان با استفاده از عملیاتی کردن تحویل دارو با استفاده از دوزهای مکرر برنامه‌ریزی می‌شود [۲].

^۸ Local

^۹ Global



در مقاله دیگری با استفاده از بسته کاربردی MATLAB SimBiology، مدل ریاضی سرطان با در نظر گرفتن غلظت ثابت دارو در خون بیمار ارائه می‌شود. اجرای مراحل مختلف سیر بیماری در چارچوب یک مدل تشریح شد. بر اساس مدل های ساخته شده و کاربردهای این جعبه ابزار، اصلاحی انجام شد که تجویز گسسته دوزهای دارو در دوره‌هایی اجرا شده و پویایی آن در بدن با در نظر گرفتن این فرض که دارو فقط برای سرکوب سلول‌های سرطانی مصرف می‌شود، بررسی شد [۳].

مراجع

[1] <https://www.mathworks.com/products/simbiology.html>

[2] Vil Maria Yurievna; Goncharova Anastasia Borisovna; Kolpak Eugeny Petrovich; Herve Kamguia Feukwi, "Mathematical modeling of tumor cells metastasis dynamics using MATLAB simbiology application," AIP Conf. Proc., vol. 2833, no. 1, 2023.

[3] A. B. G. Vil, "Simulation of cancer treatment using the MATLAB SimBiology application," Model. Syst. Process. Model. Syst. Process. This J. doesn't have a profile Res. yet. Interest. this journal? Get Notif. when it Act. its profile, start Get. Updat. I'm Interest., vol. 14, no. 3, pp. 90–96,



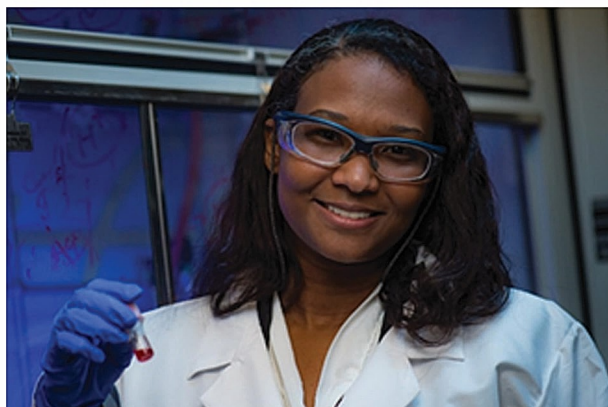
و شاخه ای از الکترونیک است که برای جذب نور و حمل بار برای تولید برق از نور خورشید توسط اثر فتوولتائیک با پلیمرهای آلی رسانا یا مولکولهای کوچک آلی سروکار دارد. بیشتر سلولهای فتوولتائیک آلی سلولهای خورشیدی پلیمری هستند) و دیوهای انتشاردهنده نور، مطالعه کرد. او در این تحقیقات چگونگی حرکت بار در ساختارهای نانو تک بعدی (نانولولههای کربنی (CNTs)) لوله هایی هستند که از کربن ساخته شده و قطرهایی در حد نانومتر دارند) و صفر بعدی (فولرن، یکی از دگرشکلهای عنصر کربن است؛ که از گرما دادن به گرافیت ساخته می شود) را مورد بررسی قرار داد و همچنین بر روی نفتالن دی آمید های دارای الیگوتیافین^۳، به عنوان نانو سیم های قابل سنتز در محیط محلولی نیز کار کرد. او در همین دانشگاه، مواد منتقل کننده الکترون را برای دیود نورگسیل ارگانیک^۴ (OLED) آبی فسفرسنت، با استفاده از نوعی ماده فسفرسنت آبی و الگوکیونولین^۵ نیز توسعه داد. ایگپ برای ادامه مطالعات در مقطع پست دکتري وارد دانشگاه MIT شد. در این زمان، او با ایجاد پلتفرمی که از نانوذرات پلیمری برای تصویربرداری های درون تنی^۶ استفاده می کرد، موفق به دریافت جایزه کارل استوم در کنفرانس های تحقیقاتی گوردون در سال ۲۰۱۳ شد و سپس در سال ۲۰۱۴ فارغ التحصیل شد.

معرفی مشاهیر:

Eilaf Egap

◀ هیوا زیبایی hivazibaei@aut.ac.ir

ایلاف ایگپ^۱ استادیار گروه مهندسی و علوم مواد و متریل در دانشگاه رایس^۲ آمریکا می باشد. حوزه اصلی تحقیقاتی او، تکنیک های عکس برداری و بایومتریال های مورد استفاده برای تشخیص اولیه و دارورسانی می باشد. ایگپ در آتن، اوهایو متولد شد و در نیویورک به مدرسه رفت. سپس مسیر آکادمیک خود را با شروع به تحصیل در دانشگاه استونی بروک در رشته فلسفه، آغاز کرد. اما در میانه مسیر، به واسطه پروفیسور شیمی خود، تحت تاثیر این رشته قرار گرفت و وارد آن شد و سپس در سال ۲۰۰۵ فارغ التحصیل شد. او در سال ۲۰۱۱ مطالعات خود را در مقطع تحصیلات تکمیلی در دانشگاه واشینگتن به پایان رساند. تمرکز تحقیقاتی او در مقطع دکتری، بر روی طراحی و سنتز ماکرومولکول ها بود. او بر روی رابطه بین ساختار و خواص این ماکرومولکول ها برای دستگاه های الکترونیکی جدید، از جمله فتوولتیک های آلی (نوعی سلول خورشیدی پلاستیکی که از الکترونیک آلی استفاده می کند



^۱ Eilaf Egap

^۲ Rice University

^۳ Oligothiophene

^۴ Organic light-emitting diode

^۵ Flrpic & oligoquinolines

^۶ in vivo



از ایگپ به عنوان یکی از محققین نوظهور سال ۲۰۱۷ در ژورنال مواد و شیمی نام برده شد. او نشان داد که چگونه از کopolymerهای سه بلوکی انتشار دهنده مادون قرمز، می‌توان در هسته اولیگو(اتیلن گلیکول)^{۱۰} برای مقاصد دارورسانی و هدف قرار دادن سلول‌های سرطانی استفاده کرد. در سال ۲۰۱۷، او به دانشگاه رایس نقل مکان کرد و چگونگی سنتز پلیمرهای کاربردی را با استفاده از نقاط کوانتومی حساس به نور، به عنوان کاتالیزور، بررسی کرد. این روش به عنوان پلیمریزاسیون رادیکالی انتقال دهنده اتم و کنترل شده توسط نور شناخته می‌شود و می‌تواند جایگزین کاتالیزورهای مورد استفاده فعلی برای سنتز کopolymerهای بلوکی و متاکریلات‌ها شود. در سال ۲۰۱۸ او به عنوان یکی از پژوهشگران جوان انجمن شیمی آمریکا در زمینه مهندسی علوم مواد پلیمری، مورد تحسین قرار گرفت.

مراجع

<https://egap.blogs.rice.edu>
<https://scholarblogs.emory.edu/eilafegap/members>
<https://www.researchgate.net/scientific-contributions/Eilaf-Egap-2084364457>
<https://scholar.google.com/citations?user=hZX-VIAAAAAAJ&hl=en>
https://en.wikipedia.org/wiki/Eilaf_Egap

در سال ۲۰۱۴، ایگپ به دانشگاه اموری^۷ پیوست و همزمان در موسسه تکنولوژی جورجیا^۸ در دانشکده مهندسی پزشکی مشغول به کار شد.

در سال ۲۰۱۵، او برنده جایزه شیمی ناشران Thieme شد و در سال ۲۰۱۶، در نشست ملی انجمن شیمی آمریکا، از او به عنوان یکی از پژوهشگران قابل توجه یاد شد. او کار خود را در زمینه راهکارهایی برای تراز کردن نانوسیم های پلیمری یک بعدی ارائه کرد. همچنین او جایزه بنیاد ملی علوم را برای بررسی الیگومرها و پلیمرهای مزدوج اوپن-شل^۹ دریافت کرد. او بررسی کرد که چگونه می‌توان از طیف سنجی جذب گذرا و میکروسکوپ روبشی فوق سریع برای توصیف سیستم‌ها استفاده کرد. از علایق تحقیقاتی او نیز می‌توان به قطبیده شدن سپین (درجه‌ای از اسپین است به این معنی که تکانه زاویه‌ای ذاتی ذرات بنیادی با یک جهت داده شده هم جهت می‌شوند) و تبادل‌های آن، اشاره کرد.



^۷ Emory University

^۸ Georgia Institute of Technology

^۹ open-shell oligomers & polymers

^{۱۰} oligo (ethylene glycol) core



John Ferry

◀ هیوا زیبایی

hivazibaei@aut.ac.ir

همچنین دانشگاه ویسکانسین^۵ او را شناخته شده‌ترین پیشگام تحقیقاتی در مطالعه دینامیک حرکتی در سیستم های ماکرومولکولی با تکنیک‌های ویسکوالاستیک دانست. فری در دوسون سیتی، کانادا به دنیا آمد و در مدرسه ای در موری، آیداهو تحصیل کرد. در سال ۱۹۳۲، در سن ۱۹ سالگی، با مدرک رشته هنر از دانشگاه استنفورد^۶، با معدل A، اولین رکورد در تاریخ موسسه، فارغ التحصیل شد. پس از دو سال تحصیلات تکمیلی و تحقیق در مورد اولترافیلتراسیون پروتئین‌ها^۷ (نوعی فرآیند غشایی تحت تاثیر اختلاف فشار می باشد که برای خالص سازی محلول های پروتئینی انجام می شود) در لندن در موسسه ملی تحقیقات پزشکی^۸، او برای تکمیل دکترای خود در سال ۱۹۳۵ در شیمی به استنفورد بازگشت و دستیار پژوهشی در ایستگاه دریایی هاپکینز استنفورد شد؛ همچنین در سال ۱۹۳۷، فری مدرس علوم بیوشیمی در دانشگاه هاروارد^۹ بود. او همچنین عضو انجمن محققان جوان در هاروارد بود. او در سال ۱۹۴۶ استادیار دپارتمان شیمی دانشگاه ویسکانسین-مدیسون^{۱۰} شد و سال بعد به عنوان استاد تمام منصوب شد. وی از سال ۱۹۵۹ تا ۱۹۶۷ به عنوان رئیس گروه شیمی در دانشگاه ویسکانسین-مدیسون انتخاب شده و یکی از اعضای مؤسس مرکز تحقیقات رئولوژی^{۱۱} در ویسکانسین نیز بود. او همچنین عضو آکادمی ملی علوم آمریکا بود و به عنوان رئیس کمیته شیمی ماکرومولکولی^{۱۲} و رئیس انجمن رئولوژی فعالیت داشت.

جان داگلاس فری^۱ (۴ مه ۱۹۱۲ - ۱۸ اکتبر ۲۰۰۲) یک شیمیدان و بیوشیمیدان آمریکایی متولد کانادا بود که به خاطر توسعه محصولات جراحی از پلاسمای خون و مطالعات شیمی ماکرومولکول ها مورد توجه قرار گرفت. او هم یک رئولوژیست مشهور جهان و هم شیمیدان بسیار محترمی بود که سهم مهمی در شیمی فیزیک، شیمی بیولوژیکی و مهندسی زیستی داشت. کار جان فری بر روی وابستگی دمایی خواص ویسکوالاستیک، و به‌ویژه کشف عامل تغییر در دما، تأثیر زیادی بر مهندسی پلیمر داشت. معادله معروف ویلیامز-لندل-فری (WLF)، به مهندسان این امکان را می دهد که خواص رئولوژیکی را در محدوده وسیعی از دما بررسی کنند. این امر نیاز به اندازه گیری های رئولوژیکی خسته کننده را در بسیاری از دماها از بین برد. همچنین تیم فری با انتشار اندازه گیری های دقیق ویسکوزیته پیچیده (برای مواد ویسکوالاستیک)، دیگران را قادر ساخت تا خواص رئولوژیکی را با ساختار مولکولی پلیمرها مرتبط کنند. آکادمی ملی علوم^۴، فری را «یک شخصیت برجسته در علم پلیمر» نامید.



^۱ John Douglass Ferry

^۲ Robert F. Landel

^۳ $\log 10aT = -17.44(T - T_g)/(51.6^\circ\text{K} + T - T_g)$

^۴ The National Academy of Sciences

^۵ University of Wisconsin

^۶ Stanford University

^۷ Protein Ultrafiltration

^۸ National Institute for Medical Research

^۹ Harvard University

^{۱۰} University of Wisconsin-Madison

^{۱۱} Rheology Research Center

^{۱۲} Committee on Macromolecular Chemistry



او علاوه بر مطالعاتی که در حوزه ویسکوالاستیسیته انجام می‌داد، نویسنده یا مولف بیش از ۳۵۰ مقاله تحقیقاتی بود که حدود ۳۰ درصد آن‌ها درخصوص فیبرینوژن (نوعی پروتئین محلول در خون که در انعقاد خون نقش مهمی دارد) و فیبرین (رشته‌های پروتئینی که در هنگام انعقاد خون ایجاد می‌شوند) بودند. فری در طول عمر آکادمیک خود، بیش از ۶۰ دانشجوی تحصیلات تکمیلی را برای ادامه مسیر تحقیقاتی خود یاری کرد. از جمله جوایز و افتخارات فری می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- مدال بینگهام انجمن رئولوژی
- جایزه شیمی کلئید از انجمن شیمی آمریکا^{۱۳}
- جایزه فنی از موسسه بین‌المللی فرآیندهای سنتز لاستیک^{۱۴}

مراجع

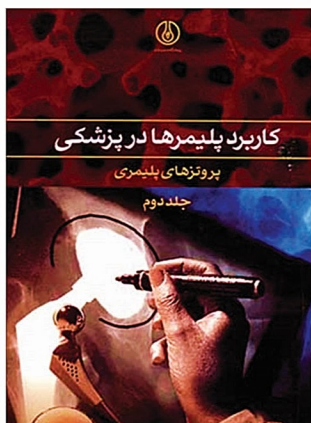
<https://www.nae.edu/29393/Dr-John-D-Ferry>
<https://www.nasonline.org/publications/biographical-memoirs/memoir-pdfs/ferry-john.pdf>
https://en.wikipedia.org/wiki/John_D._Ferry
<https://www.rheology.org/sor/Awards/Bingham/FerryJ.aspx>
<https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ma00171a001>
<https://www.researchgate.net/scientific-contributions/John-D-Ferry-74068962>

^{۱۳} American Chemical Society

^{۱۴} The International Institute of Synthetic Rubber Producers

ارائه شده است و همچنین درباره خواص مناسب برای ساختن انواع تجهیزات پزشکی مانند لوله‌های نگهداری خون و ظروف نگهداری سرم صحبت کرده است.

در جلد دوم به طور مفصل درباره پروتئزهای پلیمری در انواع ارگان‌های بدن مانند سیستم قلب و عروق، مغز و اعصاب و حتی سیستم گوارش توضیحات مربوطه داده شده اند. برای فهم بهتر و کامل‌تر جلد دوم بهتر است ابتدا جلد اول به طور کامل مطالعه شود، هرچند به طور مختصر موارد مورد نیاز هر فصل در جلد دوم مطرح شده است.



این مجموعه دو جلدی برای آن دسته از دانشجویانی که به دنبال مطالب گسترده و کامل درباره پلیمرهای زیست سازگار و کاربرد آنها در بدن انسان به ویژه در پروتئزهای پلیمری مانند رگ‌های مصنوعی و لنزهای چشمی و همچنین کامپوزیت‌های دندان‌های هستند بسیار مفید است. دانشجویان مهندسی پلیمر، مهندسی پزشکی و همچنین مهندسی بافت می‌توانند از این مجموعه استفاده کنند.

نام کتاب: کاربرد پلیمرها در پزشکی

ناشر: شرکت پژوهش و فناوری پتروشیمی

سال انتشار: ۱۳۸۷

نام نویسندگان جلد اول: وحید حدادی اصل، نصیرالدین مکرمدری، رعنا ایمانی

نام نویسندگان جلد دوم: وحید حدادی اصل، یوسف محمدی

تعداد صفحات جلد اول: ۳۰۴

تعداد صفحات جلد دوم: ۵۳۴

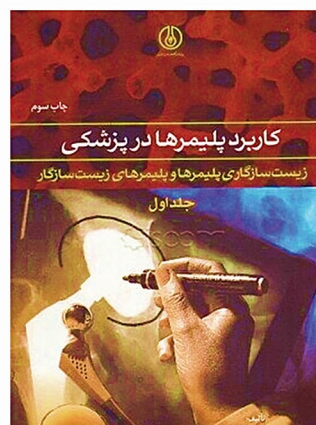
ISBN (جلد اول): ۹۷۸-۶۰۰-۵۱۲۳-۱۰۸

ISBN (جلد دوم): ۹۷۸-۶۰۰-۵۱۲۳-۸۰۹

معرفی کتاب:

کاربرد پلیمرها در پزشکی

◀ پریا نوبخت paria.nobakht@aut.ac.ir



این کتاب در دو جلد توسط دکتر وحید حدادی اصل تألیف و تهیه شده است که در جلد اول در مورد پلیمرهای زیست‌سازگار و در جلد دوم درباره انواع پروتزهای پلیمری به طور جامع توضیح داده‌اند. جلد اول آن شامل ۴ فصل است که عبارتند از:

۱- اهمیت و کاربرد پلیمرها در پزشکی که در آن از زیست مواد و ملاک‌های انتخاب آن تا الزامات مکانیکی و مسائل اقتصادی بحث شده است.

۲- زیست‌سازگاری پلیمرها که درباره مفهوم زیست‌سازگاری، معرفی آزمون‌های ارزیابی سازگاری بافت و ارائه مثال‌هایی از اثرات تخریب پلیمرها بر روی عملکرد ارگان‌ها برای نشان دادن اهمیت انتخاب مواد و آزمودن آنها، مکانیسم عملکرد ارگان‌های بدن مانند انعقاد خون و چسبندگی پلاکت‌ها و همچنین روش‌های استریلیزه کردن پلیمرها با جزئیات بسیار توضیح داده است.

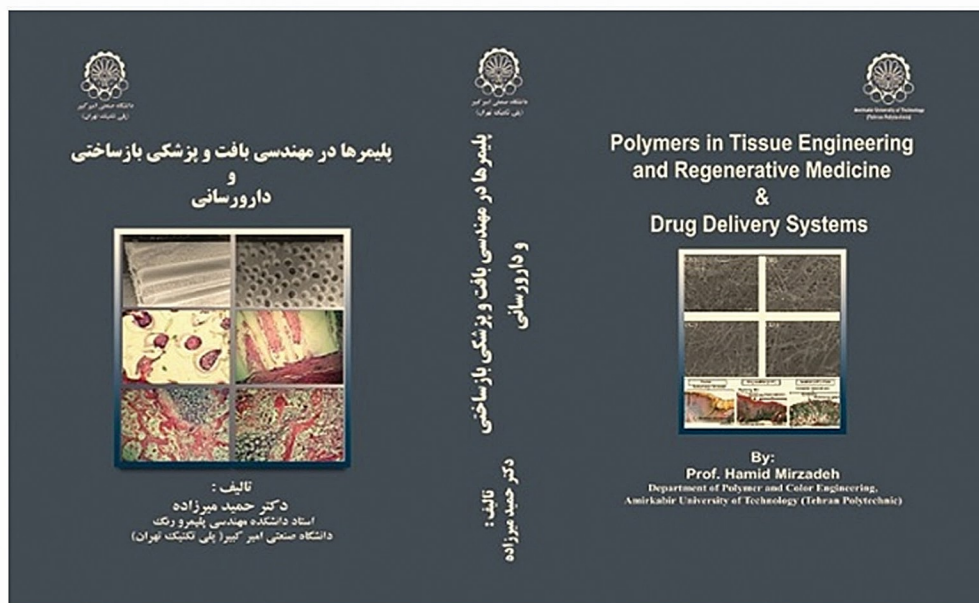
۳- آشنایی با پلیمرهای پرمصرف در پزشکی مانند پلی‌یورتان‌ها، سیلیکون‌ها، پلی‌کربنات‌ها، پلی‌الفین‌ها و ...

۴- خواص زیستی پلیمرهای پرمصرف در ساخت پروتئزها و تجهیزات پزشکی که برای تمام مواد نام برده در فصل ۳

پلیمرها در مهندسی بافت و پزشکی بازساختی و دارورسانی

paria.nobakht@aut.ac.ir

◀ پریا نوبخت



این کتاب از کامل‌ترین کتاب‌ها در حوزه پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر است و در آن به طور کامل از چگونگی انتخاب مواد و سنتز آن‌ها تا انواع پلیمرهای زیستی و کاربرد گسترده آن‌ها در مهندسی پزشکی توضیح داده شده است. یکی از مهم‌ترین مزایای آن توضیحات جامع درباره ساز و کارهای دارورسانی در بدن و یافتن نیازهای جدید جامعه امروز برای تولید پلیمرهای زیستی است. از نکات برجسته کتاب می‌توان به ارائه جامع روش‌های ساخت داربست‌های مهندسی بافت و معایب و مزایای هر روش اشاره کرد. این کتاب در ۱۷ فصل به طور کامل نقش پلیمرها در مهندسی بافت و پزشکی، راه‌های استفاده از پلیمرها در دارورسانی، روش‌های انتخاب و سنتز مواد، چسب‌های زیستی، روش‌های اصلاح خواص سطحی پلیمرها، پلیمرهای خون سازگار، ایمپلنت‌های دائمی پلیمری، کاربرد ارتوپدی پلیمرها و نانوذرات پلیمری به عنوان حامل داروهای ضد سرطانی توضیح داده است. همچنین لیست کامل و جامعی از انواع پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر در انواع حوزه‌های پزشکی ارائه داده است که می‌توان متناسب با نیازهای مطالعه هر قسمت بدن آن‌ها را دسته‌بندی کرد. این کتاب توسط دکتر میرزاده، استاد دانشگاه و یکی از برجسته‌ترین اشخاص در حوزه بایوپلیمرها در ایران تألیف شده است. ایشان فارغ التحصیل از دانشگاه فردوسی مشهد در مقطع کارشناسی، دارای کارشناسی ارشد از دانشگاه صنعتی امیرکبیر و دارنده درجه دکتری از دانشگاه نیو ساوت ولز استرالیا در رشته مهندسی پلیمر هستند. وی تا کنون چندین بار به عنوان پژوهشگر نمونه در دانشگاه صنعتی امیرکبیر و پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران و در سال ۱۳۸۷ نیز به عنوان استاد نمونه کشوری انتخاب شد و چندین بار هم از جشنواره‌های خوارزمی و رازی مفتخر به دریافت جایزه پژوهشگر برتر در زمینه پلیمرهای پزشکی گردید.

نام نویسنده: حمید میرزاده

تعداد صفحات: ۹۰۶

ISBN: ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۸۸۸-۶

نام کتاب: پلیمرها در مهندسی بافت و پزشکی بازساختی و دارورسانی

ناشر: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

سال انتشار: ۱۴۰۲



مصاحبه





مصاحبه با دکتر شاداب باقری

◀ مهدی قاسم‌پور mehdi.ghasempour@aut.ac.ir

◀ هلیا حیدری‌نسب h_heydarinasab@aut.ac.ir

◀ احمد احمدپور ahmd.ahmadpour@gmail.com

۱- ابتدا لطفاً برای خوانندگان پت خودتان را معرفی می‌کنید؟

سلام، من شاداب باقری هستم، استادیار دانشکده پلیمر و رنگ دانشگاه امیرکبیر و مدیر گروه بایو پلیمر و پلیمری‌زاسیون. مدرک تحصیلی من دکتری مهندسی پزشکی است.

۲- مسیر دوران تحصیلی و دانشجویی خودتان را توضیح می‌دهید؟

مسیر دوره تحصیلی و دانشجویی من چنین بوده است: من مدرک لیسانس خود را در رشته مهندسی مواد از دانشگاه سهند تبریز دریافت کردم. در دوره کارآموزی، به واسطه علاقه‌ام به کارهای عملی در صنعت، ذوب‌آهن اصفهان را برای کارآموزی انتخاب کردم که باعث شد تا دید صنعتی خوبی پیدا کنم. این مجموعه در آن زمان بزرگ‌ترین مجتمع صنعتی ایران بود، تجربه کارآموزی من بسیار جالب بود و تمامی قسمت‌های کارخانه را با جزئیات کامل و از نزدیک به همراه سرمهندسین هر بخش بازدید می‌کردیم و از لحاظ عملی بسیار آموزنده بود. ولی در نهایت متوجه شدم علاقه من به زمینه‌های تحقیقاتی و به روز علمی است. در دوره لیسانس، یکی از اساتیدم که در زمینه بیومتریال کار می‌کرد به من پیشنهاد داد که در کنکور ارشد در رشته مهندسی پزشکی شرکت کنم و ادامه تحصیل را در رشته مهندسی پزشکی به جای رشته مواد دنبال کنم. من هم همین کار را انجام دادم و ارشد و دکتری را در رشته مهندسی پزشکی در پلی‌تکنیک تهران ادامه دادم. از این بابت بسیار خوشحال هستم، زیرا این رشته موضوعات متنوع و جذابی داشت و از نظر پیچیدگی موضوعات نیز برای من مناسب‌تر بود.

۳- به نظر شما یک فرد برای انتخاب این رشته چه توانمندی‌ها و ویژگی‌هایی باید داشته باشد؟

بنظر من، برای انتخاب رشته مهندسی پزشکی، فرد باید دارای ویژگی‌ها و توانمندی‌های زیر باشد:

۱. داشتن پس‌زمینه قوی در علوم فنی و مهندسی: فرد باید از پایه‌های محکمی در زمینه‌های مهندسی برخوردار باشد تا بتواند مفاهیم و موضوعات پیچیده این رشته را درک کند.

۲. علاقه به مسائل زیست‌شناسی و بدن انسان: فرد باید علاقه‌مند به مطالعه و فهم ساختارهای زیستی و عملکرد بدن انسان باشد. این علاقه باعث می‌شود که فرد انگیزه و انرژی لازم برای تحصیل در این رشته را داشته باشد.

۳. دید کلی و جامع‌نگر: در حوزه مهندسی پزشکی، موضوعات مختلفی از جمله علم مواد و پلیمر، زیست‌شناسی، پزشکی، دامپزشکی و سایر رشته‌های مرتبط دخیل هستند. فرد باید بتواند با دید کلی و جامع به این موضوعات بنگرد و ارتباط بین آن‌ها را درک کند.

۴. آشنایی با زبان مشترک میان علوم مهندسی و پزشکی: در این رشته، برقراری ارتباط موثر بین متخصصان مهندسی و پزشکی بسیار مهم است. فرد باید بتواند این زبان مشترک را فرا گیرد.

۵. توانایی کار در تیم‌های میان‌رشته‌ای: با توجه به ماهیت چندرشته‌ای این حوزه، فرد باید توانایی همکاری و کار در تیم‌های متشکل از متخصصان مختلف را داشته باشد.

۴- آیا دستاورد چشمگیر و مورد اهمیتی در خاطر دارید که در طول این دوران فعالیتتان به ما بگویید؟

در دوران تحصیلم، دوره کارشناسی ارشد را از موفق‌ترین دوره‌های خود می‌دانم. این دوره بسیار پر دستاورد برای من بود. از پروژه کارشناسی ارشدم توانستم دو مقاله علمی پژوهشی و ۲ مقاله ISI چاپ کنم. همچنین ثبت یک اختراع و ارائه ۳ مقاله در کنفرانس‌های مختلف را داشتم. در جشنواره رازی (معادل جشنواره خوارزمی برای رشته‌های پزشکی) نیز توانستم به عنوان همکار طرح، رتبه سوم را کسب کنم. علاوه بر این فعالیت‌های جانبی و فرهنگی زیادی هم در داخل دانشگاه داشتم.

از لحاظ کاری و به عنوان عضو هیات علمی دانشکده مهندسی پلیمر، دستاوردهای مختلفی از جمله چاپ بیش از ۴۰ مقاله ISI و علمی پژوهشی، ثبت اختراع بین‌المللی (USPatent)، ارائه مقاله در کنفرانس‌های ملی و بین‌المللی، و اجرای طرح‌های پژوهشی و صنعتی مختلف، عضویت در شورای پژوهشی مرکز تحقیقات بیولوژی سرطان، عضویت در هیات مؤسس انجمن بیومتریال و مهندسی بافت ایران، و کمک به تاسیس گرایش بیوپلیمر در دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ را داشته‌ام. از بین همه اینها مهم‌ترین دستاوردم را پرورش بیش از ۴۰ دانشجوی کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در حوزه بیوپلیمرها می‌دانم. به نظر من پرورش نسل جوان علاقه‌مند و خبره مهم‌ترین سرمایه برای ساخت ایران فرداست و این افتخار من است که توانسته‌ام نقشی در پرورش این دانشجویان عزیز داشته باشم.

۵- به نظر شما یک مهندس رشته پلیمر که در مقطع ارشد گرایش بایوپلیمر را خوانده و یک مهندس رشته پزشکی چه تفاوت های شاخصی با همدیگر ممکن است داشته باشند؟

یک مهندس رشته پلیمر که در مقطع ارشد گرایش بایوپلیمر را خوانده و یک مهندس رشته پزشکی، نقاط اشتراکی از جمله بحث کاربردهای پزشکی پلیمرها و تفاوت هایی مثل کاربردهای صنعتی پلیمرهای طبیعی و یا پلاستیک های زیست تخریب پذیر دارند. مهندس پلیمر با گرایش بایوپلیمر، علاوه بر کاربردهای پزشکی پلیمرها بر روی تولید پلیمرهای زیستی و پلاستیک های زیست تخریب پذیر نیز تمرکز دارد. این پلیمرها اغلب از منابع طبیعی مانند گیاهان و ضایعات کشاورزی مشتق می شوند. موضوعات مورد مطالعه در این گرایش، شامل بررسی خواص و کاربردهای این پلیمرها در حوزه های مختلف از جمله پزشکی و محیط زیست است. همچنین، مباحث مربوط به تبدیل ضایعات به مواد پلیمری جدید نیز در این گرایش مطرح می شود. در مقابل، مهندس پزشکی با تمرکز بر دروس آناتومی، فیزیولوژی و علوم پایه پزشکی، بیشتر از منظر زیستی به پلیمرها نزدیک می شوند. بنابراین، اگرچه گرایش بایوپلیمر به طور کامل با مهندسی پزشکی مرتبط نیست و بخشی از آن به پلیمرهای زیستی و زیست تخریب پذیر مربوط می شود، اما هر دو رشته در نهایت به دنبال ارائه راه حل های نوآورانه برای بهبود سلامت و محیط زیست هستند.

۶- خانم دکتر باقری دانشجویایی هستند که کنکور ارشد دادند که نسبت به گرایش فراورش و پلیمریزاسیون راغب تر هستند، به این دلیل که گرایش بایوپلیمر تازه تاسیس هست و نسبت به فراورش و پلیمریزاسیون آینده شغلی نامعلومی دارد. سوال بنده این است که شما به عنوان کسی که پیشگام در تاسیس این گرایش بودید، چه راهکاری برای افراد و دانشجویان مستعد دارید که گرایش فراورش را انتخاب کرده اند و بعدا متوجه شدند که این گرایش هم جایگاه رشد برایشان دارد؟

اول از همه، باید توجه داشت که انتخاب گرایش بستگی به علاقه و زمینه تحقیقاتی فرد در گذشته دارد. اما در نهایت، همه دانشجویان با مدرک مهندسی پلیمر فارغ التحصیل می شوند. مسئله اصلی این است که دروس و پروژه های هر گرایش با هم مرتبط هستند و این ارتباط برای موفقیت در آن گرایش ضروری است. دانشجویان گرایش فراورش و پلیمریزاسیون که به سمت گرایش بایوپلیمر می آیند، به دلیل عدم گذراندن دروس مرتبط با زیست سازگاری، زیست تخریب پذیری، مهندسی بافت و روش های آنالیز سطوح پلیمرهای زیست سازگار، در زمینه بایوپلیمر با چالش مواجه می شوند. در مقابل، دانشجویان گرایش بایوپلیمر که دروس تخصصی این حوزه را گذرانده اند، درک بهتری از کاربردهای مواد پلیمری در حوزه پزشکی دارند. بنابراین، اگر فرد علاقه مند به زمینه پزشکی است، انتخاب گرایش بایوپلیمر گزینه بهتری خواهد بود تا فراورش. در واقع، برای انتخاب گرایش باید هدف و مسیر علاقه مندی خود را در نظر گرفت و بین گرایش های مختلف مانند فراورش، نانو، پلیمریزاسیون و بایوپلیمر انتخاب کرد.

به عنوان مثال، اگر فرد علاقه‌مند به راه‌اندازی کسب‌وکار شخصی است، گرایش بایوپلیمر گزینه مناسبی است؛ چراکه بازار اشباع نشده‌ای دارد و با توجه به شرایط تحریم، پتانسیل رشد بالایی دارد.

در نهایت، باید گفت که انتخاب موضوعات مربوط به یک گرایش برای دانشجویان گرایش دیگر برای مثال انتخاب موضوع از بایوپلیمر برای دانشجویان فراورش یا بالعکس، مسیر اشتباهی است. بنابراین، توصیه می‌شود که دانشجویان از ابتدا گرایش مورد علاقه خود را انتخاب کرده و در آن مسیر تحصیلی و پژوهشی خود را ادامه دهند.

۷- احساس نیاز به گرایش بایوپلیمر مدت زمان زیادی بود که در دانشکده حس می‌شد؛ به نظر شما چرا اینقدر دیر این گرایش معرفی و تاسیس شد؟

به دلیل وجود رشته و گرایش مشابه در دانشکده مهندسی پزشکی در دانشگاه، کمی سخت بود اثبات اینکه این دو گرایش با هم متفاوت هستند و لزوماً مشابه با هم نیستند. من یادم می‌آید که من در این دانشکده استخدام شدم تا بحث گرایش بایوپلیمر جدی‌تر شود، با توجه به اینکه من در رشته مهندسی پزشکی تحصیل کرده‌ام و استخدام من هم به همین دلیل بود. یادم هست در سال اول و دوم حضورم، سرفصل‌های این گرایش را با اهتمام آقای دکتر میرزاده که از بنیان‌گذاران علم بیومتریال و بایوپلیمر در ایران هستند و مدت زمان زیادی در این حوزه فعالیت می‌کنند و همکاری دیگر اعضای هیات علمی دانشکده تهیه کردیم و مصوبه وزارت علوم نیز اخذ شد. اما تاسیس این گرایش در دانشکده خودمان به دلیل مشابهت‌هایی که ممکن بود با گرایش مهندسی پزشکی-بیومتریال داشته باشد به تأخیر افتاد. لازم به ذکر است آقای دکتر رفیع زاده معاون آموزشی دانشگاه و آقای دکتر گرمابی رییس وقت دانشکده نیز در اخذ مجوز این گرایش برای دانشکده بسیار موثر بودند.

۸- یکی از چالش‌هایی که می‌بینیم و دانشجویان گرایش بایوپلیمر متذکر شده‌اند، این هست که از لیست دروسی که در ترم آینده ارائه می‌شوند، اطلاعی ندارند. نظر شما چیست؟

به هر حال زمانی که گرایش جدیدی تاسیس می‌شود، مدتی طول میکشد تا درس‌ها تصویب شوند. همچنین ورود به فاز بازنگری برای ارائه دروس مدتی طول میکشد و انشالله از سال آینده این اتفاق می‌افتد. البته دانشجویان این گرایش با وجود دروس تخصصی و اصلی و دروس اختیاری که در حال حاضر ارائه می‌شود میتوانند دروس گرایش خود را اخذ کنند و از این نظر مشکلی نداشته باشند.

۹- بسیار ممنونم از وقتی که در اختیار ما گذاشتید. برای حرف آخر اگر کلامی هست بفرمایید.

این صحبت را خطاب به همه دانشجویان نه فقط دانشجویان گرایش بایوپلیمر دارم؛ به عنوان یک دانشجو، من به شما توصیه می‌کنم که برای آینده خود برنامه ریزی داشته باشید. موفق‌ترین دانشجویانی که من در دوران کاری خود دیده‌ام کسانی بودند که از روز اول برای ۱۰ سال آینده خود هدف تعیین کرده بودند و برنامه داشته‌اند. در این راه فرآیند تصمیم‌گیری را به دقت و با بررسی همه جوانب انجام دهید. انتخاب‌های شما باید با فکر و تأمل صورت گیرد و همه پارامترهای مرتبط را در نظر بگیرد. این بهترین راه برای رسیدن به تصمیمات درست است و شما را به موفقیت نزدیک‌تر خواهد کرد.

دورانی که شما در آن زندگی می‌کنید بهترین دهه عمر شماست. تا جایی که می‌توانید یاد بگیرید و در عین حال از زندگی خود لذت ببرید.



مصاحبه با ابراهیم تاجیک، دانشجوی دکتری مستقیم دانشگاه اکرون

Mehrana.mahlou@aut.ac.ir

◀ مهرانا محلو

۱- لطفا خودتان را برای خوانندگان پت معرفی کنید و مسیر تحصیلتان را شرح دهید.

ابراهیم تاجیک هستم. ورودی سال ۹۷ رشته پلیمر دانشگاه امیرکبیر بودم. دوره کارشناسی من باید ۴ ساله تمام می شد ولی به دلیل اینکه اولین ترم کرونایی را مرخصی گرفتم، ۴.۵ ساله تمام شد. در واقعیت، قصد نداشتم خارج از کشور درس بخوانم. تقریباً در همان ترم اول کرونا که دانشگاه تعطیل بود و من هم مرخصی گرفتم، شروع کردم به بررسی دانشگاه های مختلف برای اپلای کردن و اینکه چه کشوری را دوست دارم. ابتدا نظرم روی اروپا بود ولی بعداً فکر کردم که آمریکا می تواند گزینه بهتری باشد. در همین حین که دانشگاه های مختلف را بررسی می کردم، به دنبال پیدا کردن حوزه ای بودم که به آن علاقه مند هستم و چه کارهایی را دوست دارم انجام دهم. تقریباً با ۴ استاد مختلف در دانشکده همکاری کردم تا بفهمم که به چه چیزی علاقه مند هستم. در نهایت متوجه شدم که به کاربرد پلیمرها در زمینه های بایومدیکال و پزشکی بسیار علاقه مندم و قصد دارم در مقطع کارشناسی ارشد یا دکترا در همین زمینه ها اپلای کنم.

۲- از همکاری خودتون با اساتید مختلف و اینکه چگونه متوجه شدید که به بایوپلیمرها علاقه‌مند هستید، توضیحی بفرمایید.

من در ابتدا بر روی موضوع کاربرد ماشین‌یادگیری و پلیمرها متمرکز بودم و همزمان با شروع کار، به یادگیری پایتون و ماشین‌لرنینگ پرداختم که کار بسیار سختی بود. اما چون در دوره کرونا در خانه بودم، زمان زیادی داشتم و تقریباً در طول ۴ ماه به صورت فشرده پایتون و ماشین‌لرنینگ را فرا گرفتم و مقالات مختلفی را مطالعه کردم. اما نمی‌توانستم ارتباط خوبی با آن برقرار کنم. پس به پیشنهاد استاد، شروع به کار روی شبیه‌سازی دینامیک مولکولی کردم که به نظر من جالب‌تر بود. در این مرحله، استاد دو نفر شدند. تقریباً ۷-۸ ماه روی این موضوع پیش رفتم، اما با توجه به اخلاقی که من دارم و باید همه چیز را به صورت کامل یاد بگیرم، که حتی الان در مقطع دکترا هم ممکن نیست، سعی داشتم در تحقیقات اولیه روی همه مباحث این حوزه مسلط شوم و سپس کار عملی را شروع کنم، اما این امکان‌پذیر نبود و با این موضوع مشکل داشتم. همچنین، من از پشت میز نشینی بدم می‌آمد و به همین دلیل آن پروژه را کنار گذاشتم. سپس با استاد دیگری شروع به کار روی اسفنج‌ها کردم. بعد از دو الی سه ماه که مرور مقالات را انجام دادم و کمی در آزمایشگاه کار کردم، متوجه شدم که این پروژه علاقه من نیست و آن را کنار گذاشتم. در نهایت، با دکتر حدادی اصل که آخرین استاد بود، روی سیستم‌های دارورسانی کار کردم و در این پروژه متوجه شدم که به کاربردهای بایومدیکال علاقه‌مند هستم. در همین حین، مطالعاتی روی هیدروژل‌ها و موارد دیگر داشتم و دیدم که علاقه‌ام به بایومدیکال بیشتر است و همان پروژه را ادامه دادم. هرچند پروژه به طور کامل به پایان نرسید، اما تجربه خوبی بود و چیزهای مختلفی در آزمایشگاه یاد گرفتم که برای آینده مفید بود.

۳- کمی از دانشگاهتان برایمان بگویید. از اینکه دانشگاه آکرون را انتخاب کردید راضی هستید و به نظرتان دانشگاه مناسبی هست؟

این دانشگاه اگرچه شهرت و اعتباری به اندازه دانشگاه‌های معروفی مانند میشیگان یا کرنل ندارد و جزو دانشگاه‌های متوسط در آمریکا محسوب می‌شود، اما در زمینه پلیمر بسیار قوی است. در دانشگاه من، زمینه پلیمر بسیار قوی است و استادان مطرحی در آن حضور دارند. این برای من که در زمینه بایومدیکال پلیمرها کار می‌کنم، بسیار مناسب است. همچنین از نظر تجهیزات آزمایشگاهی برای تست پلیمرها و تجزیه و تحلیل آن‌ها هیچ مشکلی ندارم و به طور کلی از دانشگاه خود بسیار راضی هستم.

در دوران دکترا، استاد و پروژه‌ای که انجام می‌دهم و اینکه آیا می‌توانم با استاد خود کنار بیایم و پروژه را دوست داشته باشم، بسیار مهم است. اگرچه معتقدم نام دانشگاه در موقعیت‌های شغلی آینده تأثیرگذار است، اما مهم‌تر این است که چه کاری انجام داده‌ام تا اینکه در کدام دانشگاه آن را انجام داده‌ام.

۴- الان که مهاجرت کردید، به عنوان کسی که در رشته بایومتریال فعالیت می‌کند، دسترسی به امکانات و مواد و تجهیزات و تست‌ها برای شما چگونه است؟

به عنوان یک دانشجوی جدید در دانشگاه آکرون، من تا به امروز تجربیات خوبی از امکانات و تجهیزات آزمایشگاهی این دانشگاه داشتم. ۱۰ ماه از زمانی که به اینجا آمده‌ام می‌گذرد و در این مدت، هر چیزی که برای انجام پروژه‌های خود نیاز داشتم، با همکاری استادم تأمین کرده‌ام.

یکی از مواردی با آن مواجه شده‌ام، هزینه‌بر بودن برخی تجهیزات تخصصی مانند دستگاه فلوسایتومتری است. این دستگاه‌ها معمولاً در سطح دانشکده یا دپارتمان موجود هستند و همه دانشجویان می‌توانند از آنها استفاده کنند. متأسفانه خرید این دستگاه‌ها برای آزمایشگاه‌های شخصی امکان‌پذیر نیست. با این حال، خوشبختانه دسترسی به این تجهیزات برای من به راحتی فراهم است و تاکنون هیچ مشکلی در انجام آزمایش‌های مورد نیاز نداشتم. امیدوارم که این روند در آینده نیز ادامه داشته باشد و بتوانم به راحتی به همه امکانات مورد نیاز خود دسترسی داشته باشم.

۵- در مورد هزینه انجام تست‌ها برایمان توضیح می‌دهید؟ هزینه پروژه به چه صورتی پرداخت می‌شود؟

به عنوان یک دانشجوی بایوتکنولوژی که به تازگی به ایالات متحده مهاجرت کرده‌ام، متوجه شده‌ام که دسترسی به تجهیزات آزمایشگاهی تخصصی در اینجا به شکل قابل توجهی متفاوت از ایران است. در ایران، دسترسی به تجهیزات پیشرفته مانند دستگاه **GPC** به دلیل هزینه‌های بالا و محدودیت‌های موجود، همواره چالش بزرگی بوده است. اغلب آزمایشگاه‌ها تنها یک یا دو نمونه از این تجهیزات را در اختیار داشته‌اند و دانشجویان برای استفاده از آنها باید هزینه‌های زیادی را پرداخت می‌کردند. اما در اینجا، شرایط به شکل چشمگیری متفاوت است. بسیاری از این تجهیزات در سطح دانشکده‌ها و دپارتمان‌ها موجود هستند و دانشجویان می‌توانند به راحتی از آنها استفاده کنند. هرچند هزینه استفاده از این دستگاه‌ها بر اساس ساعت کار محاسبه می‌شود، اما این هزینه‌ها به طور کلی مقرون به صرفه هستند و اساتید بسته به نیاز پروژه آن‌ها را پرداخت می‌کنند. علاوه بر این، در مواردی که نیاز به آزمایش‌های تخصصی‌تر و حساس‌تر باشد، دانشگاه‌های اطراف نیز ارائه‌دهنده این خدمات هستند که با پرداخت هزینه‌ای مناسب، می‌توان از آن‌ها استفاده کرد. این موضوع به ویژه برای آزمایش‌های سلولی و بایومواد که نیاز به تجهیزات پیشرفته‌تری دارند، بسیار مفید است.

در مجموع، می‌توان گفت که دسترسی به تجهیزات آزمایشگاهی در اینجا به مراتب آسان‌تر و مقرون به صرفه‌تر از ایران است. این امر به من این امکان را می‌دهد که بدون نگرانی از محدودیت‌های مالی، پروژه‌های تحقیقاتی خود را به بهترین شکل ممکن انجام دهم و به اهداف علمی خود دست پیدا کنم.

در آمریکا، هزینه‌های آزمایشگاهی معمولاً بر عهده استاد راهنما است و دانشجو مستقیماً هزینه‌ای پرداخت نمی‌کند. بودجه‌ای که استاد در اختیار دارد، تعیین کننده میزان آزمایشات و تکرار آنهاست. در مواردی که نیاز به آزمایش‌های تخصصی‌تر و درون‌تنی باشد، استاد با همکاری مراکز پزشکی مانند دانشکده‌های پزشکی یا بیمارستان‌ها این امکانات را فراهم می‌کند. در این موارد، نقش دانشجو بیشتر نظارتی و مشورتی است تا انجام مستقیم آزمایشات. این رویکرد به دانشجویان این امکان را می‌دهد که بدون نگرانی از هزینه‌های آزمایشگاهی، بر روی پروژه‌های تحقیقاتی خود تمرکز کنند و از امکانات پیشرفته موجود در دانشگاه و مراکز پزشکی استفاده نمایند. این شرایط به مراتب بهتر از محدودیت‌های موجود در ایران است.

۶- چه چالش‌هایی در روند تحصیل شما در خارج از کشور به وجود آمده است که قبلاً از آن اطلاعی نداشتید؟

چون من تغییر رشته داده بودم، ترم اول برایم کمی سخت بود. اولین درسی که داشتم فیزیولوژی بود و هیچ ایده‌ای از زیست‌شناسی نداشتم، که برایم کمی شوکه کننده بود. اما کلا سختی آنچنان عجیب غریبی نداشت که بگویم نمی‌شود از پیش برآمد. صرفاً نیاز داشتم کمی عادت کنم به اینکه در کلاس انگلیسی بشنوم، زیرا روش‌های تدریس و امتحان گرفتن کمی متفاوت بود. مثلاً برایم عجیب بود که بین امتحان پایان ترم و آخرین جلسه کلاس ها هیچ فاصله ای نبود و من یک هفته فرصت مطالعه نداشتم. یا اینکه بودجه میان ترم دقیقاً تا آخرین مبحث تدریس شده قبل از میان ترم بود و هیچ انعطافی روی تغییر سرفصل امتحان وجود نداشت. این ها کمی با دانشگاه امیرکبیر که من در آن



درس خوانده بودم متفاوت بود. همچنین اکثر امتحانات من تا به حال به صورت کامل و بدون حذف بوده است، یعنی هر چیزی که در میان ترم بوده در پایان ترم هم بوده است. یکی از مزایای درس خواندن در آمریکا نسبت به ایران این است که اساتید همیشه در دسترس هستند. هر چقدر که ایمیل بزنی، خیلی سریع پاسخ می‌دهند و در دفتر خود در دانشگاه حضور دارند. این چیزی بود که در ایران کمتر تجربه کرده بودم و گاهی اساتید به سوالات ابتدایی من با تمسخر پاسخ می‌دادند. اما در اینجا چنین برخوردی وجود ندارد و اساتید همواره با روی باز به سوالات من پاسخ می‌دهند.

۷- آیا در آنجا امکان کار و اشتغال بعد از فارغ التحصیلی در زمینه تخصصی شما فراهم است؟

آنچه که می‌بینم یا از دوستانی که از همین دانشگاه فارغ التحصیل شده‌اند می‌شنوم این است که مشکلی با اشتغال ندارند. این به این دلیل است که اینجا بسیار بزرگ است و حتی کمبود نیروی کار نیز وجود دارد. یعنی در هر دانشگاهی، چه معروف و چه غیرمعروف، اگر دانش لازم را داشته باشی، به راحتی می‌توانی شغل پیدا کنی. آنچه که در آمریکا رایج است این است که همه از ساعت هشت صبح تا پنج بعدازظهر کار می‌کنند و کارشان واقعا با تمرکز است. بعد از آن زمان، وقت آنها برای خانواده و زندگی شخصی‌شان است. آخر هفته‌ها هم کاملاً برای خودشان است. اما ما که بین المللی هستیم، موضوع کمی متفاوت است و باید بیشتر تلاش کنیم تا خود را اینجا اثبات کنیم. معمولاً دانشجویان دکترا در آخر هفته‌ها هم مشغول کار هستند. آنچه که مهم است این است که در دنیای امروز، در همه جا ارتباطات و آشنایی‌ها اهمیت دارد. مثلاً استادی که با او کار می‌کنی، ممکن است کسی را در مکان‌های معتبر بشناسد که بعداً بتواند تو را به آنجا معرفی کند. اما این به آن معنا نیست که اگر سطح علمی کافی را نداشته باشی، استاد تو را معرفی کند و بتوانی آن شغل را به دست آوری. تو باید خودت بنیان و پایه مناسبی داشته باشی. حالا اگر استاد تو را معرفی کند، ممکن است در مصاحبه کمی شانس بیشتری داشته باشی، اما در نهایت همه باید در مصاحبه خوب عمل کنند. آنچه که شنیده‌ام این است که برای استخدام در یک شرکت، حداقل پنج مصاحبه انجام می‌دهند و افراد را فیلتر می‌کنند.

۸- آیا درس خواندن در دانشگاه امیرکبیر که یکی از برترین دانشگاه‌های ایران است، مزیتی برای شما داشته است و چگونه؟

واقعا خوشحالم که در امیرکبیر درس خواندم و رشته پلیمر را انتخاب کردم. این دانش پلیمری که اکنون دارم، خیلی به من کمک می‌کند، مخصوصاً که در حوزه بایومدیکال کار می‌کنم. مثلاً وقتی با دید پلیمری به خواندن مقالات پزشکی می‌پردازم، قادر می‌شوم به نکات ریزتر و جزئیات بیشتری در توجیه پدیده‌ها پی‌برم. درست است که تجربیات بد

هم داشته ام و شاید می توانستم تصمیمات بهتری بگیرم، اما از تک تک آن گریه ها و ناراحتی هایی که در زمان امتحانات داشتم، لذت برده ام. همه آن ها به من چیزی آموختند و به من افزودند. هر چالشی که پشت سر گذاشتم، به من چیزی بخشید و مرا غنی تر کرد.

۹- سخت ترین و شیرین ترین تجربه ی دوره تحصیل شما در دانشگاه امیرکبیر چه بوده است؟

سخت ترین دوره ای که من داشتم، فکر کنم دوره کرونا بود. چرا که وسط ترم چهار و وسط پیچ ورود به دروس تخصصی، کرونا آمد. به همین دلیل بود که من مرخصی گرفتم، چون همه چیز خیلی بی نظم شده بود. اما در میان این همه سختی، چیزهای شیرینی هم داشتم. همه ی دروسی که داشتم را واقعاً دوست داشتم و از تک تک آن ها لذت بردم. با اینکه سخت بود، اما از زمانی که در آن کلاس ها بودم، کیف می کردم. حتی نمره های بالا هم برایم خوشایند بود، این چیزی نیست که بخواهم انکارش کنم. اما چیزی که برایم بسیار ارزشمند و زیبا بود، آن جمع و دوستان دانشگاهی ام بود. همیشه دوست داشتم آخر هفته ها هم به دانشگاه بیایم، اما چون خانه ام خیلی دور بود، نمی توانستم. من دانشگاه را خیلی دوست داشتم و کلاً دلتنگ آن و همه ی لحظات آن می شوم، حتی با سختی هایش و اتفاقاتی که می افتاد. همه آن ها برایم شیرین بود. حتی با گذشت ده ماه، هنوز دلتنگشان هستم. انگار بخش زیادی از عمرم در آنجا گذشته است.

۱۰- در مدت تحصیلتان در دانشگاه آکرون تجربه شیرینی داشتید که بخواهید با خوانندگان ما به اشتراک بگذارید ؟

چیزی که برایم بسیار دوست داشتنی بود، این بود که هر جا که می رفتم، حتی اگر شخصی برجسته در زمینه پلیمر یا بایومدیکال هم بود، بسیار متواضع و دوستانه برخورد می کردند. این واقعاً برایم عجیب بود. به عنوان مثال، در سپتامبر که ماه اول ورودم به دانشگاه بود، در دانشگاه کیس وسترن که نزدیک محل زندگی ام بود، سمپوزیوم انجمن بایومتریال برگزار می شد. من فقط به این دلیل که ببینم چطور است، به آنجا رفتم. در آنجا، یک استاد از دانشگاه نورث وسترن سخنران آن جلسه بود و حدود چهل دقیقه در مورد تحقیقاتش صحبت کرد و کاری که من می خواستم انجام دهم، شبیه به آن بود. بعد از آن، در زمان ناهار، من رفتم و نشستم کنارش و گفتم می توانم از او سوال بپرسم. اگرچه استرس داشتم، اما او بسیار دوستانه و راهنما بود. به او گفتم که تازه دانشجوی دکترا شده ام و قرار است روی این موضوع کار کنم. او به من گفت اگر روی بایومدیکال کار می کنی، روی یک ماده خاص تمرکز کن و به شاخه های دیگر نرو. گفت اگر روی همان چیزی که در ابتدا پیدا کرده ای تمرکز کنی، قطعاً نتیجه خواهی گرفت. این برایم بسیار شیرین بود که بتوانم به راحتی با هر فردی در این مسیر صحبت کنم و برخورد دوستانه ای داشته باشند.

۱۱- قبلا گرایش بایو در دانشکده ی مهندسی پلیمر و رنگ دانشگاه امیرکبیر نبود . نظرتان در مورد اضافه شدن آن چیست ؟

اینکه گرایش بایومدیکال در مقطع کارشناسی ارشد آمده است، بسیار خوب است، چرا که یک سال فرصت داریم تا کار عملی انجام دهیم. اما نکته ای که وجود دارد این است که باید به امکانات خود نگاه کنیم. درست است که ما این گرایش را داریم، اما تا آنجایی که یادم می آید، ما امکانات آزمایشگاهی خودمختار در دپارتمان نداریم. یعنی اگر می خواهیم چنین گرایشی داشته باشیم، باید یا خودم این امکانات را ایجاد کنم، یا همکاری خوبی با مهندسی پزشکی برقرار کنم که ما در این زمینه ضعیف بودیم. به عنوان مثال، اگر من تنها روی بیومتریال کار کنم، قطعاً مقاله ای را در یک ژورنال منتشر خواهم کرد که تأثیر چندانی نخواهد داشت. اما اگر اقدام کنم و همکاری بین رشته ای با مهندسی پزشکی داشته باشم و سپس آن را منتشر کنم، قطعاً کار بهتری خواهم داشت. همین فرهنگ دوستانه و همکاری بین اساتید در اینجا باعث افزایش بهره وری می شود. همه همدیگر را می شناسند و با هم کار می کنند. ده ماه، هنوز دلتنگشان هستم. انگار بخش زیادی از عمرم در آنجا گذشته است.

۱۲- برای دانشجویانی که میخواهند مسیرشان را انتخاب کنند چه توصیه ای دارید که خودتان از آن درس گرفتید ؟ به آن ها توصیه می کنید چه مهارت هایی یاد بگیرند ؟

کاملاً موافقم که باید به تجربه سال بالایی ها گوش دهیم، اما نه به صورت کورکورانه. باید خودمان نیز پرس و جو کنیم و تحقیق کنیم. گاهی ممکن است سال بالایی ها تنها بر اساس تجربه خود قضاوت کنند، در حالی که واقعیت متفاوت باشد. به عنوان مثال، اگر بشنویم فلانی فقط در یک زمینه تحقیق می کند یا با فلان جنسیت مشکل دارد، نباید این را به طور قطع بپذیریم. بهتر است خودمان با آن استاد صحبت کنیم تا واقعیت را بفهمیم. در مورد مهارت ها نیز باید دقت کنیم. درست است که دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد زمان یادگیری است، اما نباید بدون احساس نیاز چیزی را یاد بگیریم. به عنوان مثال، من الان به شدت به یادگیری سالدورک نیاز دارم و در حال فراگیری آن هستم. اما اگر بخواهم چیزی را بدون نیاز یاد بگیرم، بسیار بیهوده خواهد بود. یک نکته مهم و عمومی که می توانم بگویم این است که همه دانشجویان باید یک نرم افزار طراحی را یاد بگیرند. چه طراحی عکس، چه طراحی ساختار و غیره. ابزارهایی مانند Illustrator یا Enscape بسیار مفید خواهند بود، به ویژه برای تهیه مقاله ها، پوسترها و سایر موارد.

۱۳- شما کسی بودید که خیلی برای درس هایتان تلاش کردید، ایا واقعا ارزش این همه اذیت و استرسی که کشیدید داشت و ایا واقعا نوزده با بیست یا مثلاً هفده و بیست فرقی داشت؟

برای من این موضوع بسیار مهم است که نه تنها نمره بالا بگیرم، بلکه واقعاً درک کنم که چه چیزی را یاد گرفته ام.



گاهی اوقات ممکن است فردی نمره بیست را بگیرد، اما در واقع مطلب را نفهمیده باشد و تنها آن را حفظ کرده باشد. در حالی که شخص دیگری ممکن است نمره هفده را بگیرد، اما درک عمیقی از مفاهیم داشته باشد. این فهم و درک واقعی بسیار مهم تر از صرفاً کسب نمره بالا است. بسیاری از ما مطالب زیادی را که مطالعه می‌کنیم، فراموش می‌کنیم، حتی اگر در زمان مطالعه آنها را به خوبی درک کرده باشیم. اما آنچه باقی می‌ماند، همان مفاهیم و اصول اساسی است که واقعاً فهمیده‌ایم. این است که به ما کمک می‌کند آن دانش را در آینده به کار ببریم. شما درست می‌گویید که باید استانداردهای خود را بالا نگه داریم و به معدل در رزومه نیاز داریم. اما نباید به خاطر کسب نمره بالا ناراحت شویم. در مصاحبه‌ها و موقعیت‌های بعدی، آنچه واقعاً مهم است این است که آنها متوجه شوند ما چقدر مطالب را درک کرده‌ایم و چقدر توانمند هستیم. این فهم و توانمندی است که در نهایت ارزش بیشتری دارد.

۱۴- آخرین کلام شما برای کسانی که دارند مجله را می‌خوانند، چیست؟

به طور کلی مهم این است که در هر مسیری که قصد داریم حرکت کنیم، بسیار دقیق و مسئولانه تصمیم‌گیری کنیم تا بعداً پشیمان نشویم. باید با دقت تمام به تمام جوانب موضوع نگاه کرده و تحقیقات کافی انجام دهیم تا بتوانیم بهترین تصمیم را اتخاذ نماییم. گاهی اوقات ممکن است با داشتن اطلاعات جدید، تصمیمی که قبلاً گرفته ایم دیگر درست به نظر نرسد. در این صورت، باید شجاعانه آن تصمیم را بپذیریم و به آن احترام بگذاریم. چرا که در آن زمان، با توجه به اطلاعات موجود، آن تصمیم برای ما درست به نظر می‌رسیده است. مطمئناً اگر در یک مسیر حرکت کنیم، خیلی موفق تر خواهیم شد تا اینکه مدام مسیرهای مختلف را امتحان کنیم. تمرکز و پشتکار در یک مسیر خاص، به ما کمک خواهد کرد تا به اهداف خود برسیم. البته این به معنای آن نیست که نباید انعطاف پذیر باشیم و در صورت نیاز، مسیر خود را تغییر ندهیم. اما در مجموع، پایبندی به یک مسیر مشخص، راه را برای موفقیت هموارتر خواهد کرد.



تصاویری از محوطه دانشگاه آکرون



چالش علمی



چالش‌های علمی

hsdfatemeh@gmail.com

◀ فاطمه حاج صادقی

الف) بایوپلیمرها و هوش مصنوعی:

چگونه می‌توان از الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای پیش‌بینی ساختار و خواص بایوپلیمرها و طراحی و مهندسی آن‌ها استفاده کرد؟

ب) بایوپلیمرها و رهایش دارو:

چگونه می‌توان از خواص محرک‌پذیری بایوپلیمرها برای رهایش هدفمند دارو در پاسخ به محرک‌های محیطی بهره برد؟

ج) بایوپلیمرها و مهندسی بافت:

طراحی داربست‌های چندلایه که هریک از لایه‌ها وظایف خاصی را انجام دهند (مانند حمایت ساختاری، هدایت سلول‌ها، تامین مواد مغذی) یک چالش اصلی است. همچنین ادغام انواع مواد مختلف (پلیمرها، سرامیک‌ها، فلزات) و فناوری‌های ساخت متنوع (چاپ سه بعدی، الکتروریسی، هیدروژل‌ها) برای تولید این داربست‌ها نیز دشوار است. پیشرفت‌های اخیر چگونه بر حل این چالش‌ها تاثیرگذار بوده است؟





پویش POLY ECO

این پویش که توسط انجمن پلیمر و رنگ دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ برگزار می‌شود، به هدف ترویج حفاظت از محیط زیست و کاهش آلودگی‌های ناشی از زباله‌های پلاستیکی طراحی شده است.

اهداف و فعالیت‌های پویش:

۱. کاهش زباله‌های پلاستیکی: این کمپین با شعار "هر درب بطری یک درخت" به دنبال جمع‌آوری درب‌های بطری‌های پلاستیکی است. به ازای هر درب جمع‌آوری شده، یک درخت کاشته می‌شود. این اقدام به کاهش زباله‌های پلاستیکی و افزایش فضای سبز کمک می‌کند.

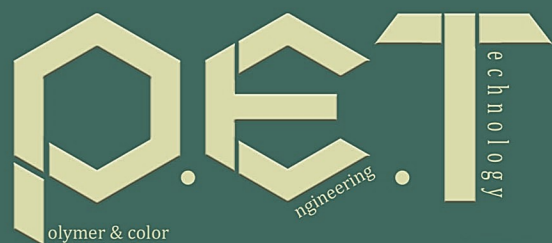
۲. آگاهی‌بخشی: برگزاری دوره‌های آموزشی و کارگاه‌ها برای آشنایی بیشتر دانشجویان و عموم مردم با موضوعات مرتبط با محیط زیست و روش‌های کاهش مصرف پلاستیک.

۳. تشویق به مشارکت اجتماعی: این کمپین به دنبال ایجاد حس مسئولیت‌پذیری در افراد نسبت به محیط زیست و تشویق آن‌ها به شرکت در فعالیت‌های حفاظتی است.

۴. ترویج فرهنگ بازیافت: با جمع‌آوری درب‌های بطری و کاشت درخت، این کمپین به ترویج فرهنگ بازیافت و استفاده مجدد از مواد کمک می‌کند.



با تحویل درب‌های بطری مصرفی خود به دفتر انجمن علمی، از جوایز و مزایای این پویش بهره‌مند شوید!



آدرس: تهران، میدان ولیعصر، خیابان حافظ، پلاک ۳۵۰، دانشگاه صنعتی امیرکبیر،
دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ، طبقه ی همکف، انجمن علمی دانشجویی
کد پستی: ۶۴۵۴۲۴۵۵
کانال تلگرام انجمن علمی دانشکده پلیمر و رنگ: @pca_aut
سردبیر: هلیا حیدری نسب
مدیر مسئول: فاطمه حاج صادقی