

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فناوری ساخت، اصلاح و ارزیابی غشاهای پلیمری

مؤلفان:

دکتر امسان سلجوقی

(عضو هیأت علمی دانشگاه فردوس مشهد)

دکتر ومیده غفاریان - مهندس احمد افروز

سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی

۱۳۹۲

سرشناسه	: سلجوقی، احسان، ۱۳۶۱ -
عنوان و نام پدیدآور	: فناوری ساخت، اصلاح و ارزیابی غشاهای پلیمری / مولفان احسان سلجوقی، وحیده غفاریان، احمد اخوت.
مشخصات نشر	: تهران: سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۳۹۲
مشخصات ظاهری	: ۱۶۸ ص.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۱۰۲-۴۷۲-۶
وضعیت فهرست نویسی	: خ
یادداشت	: کتابنامه، ص. ۱۶۴.
موضوع	: غشاهای مصنوعی
موضوع	: پلیمرها
شناسه افزوده	: غفاریان، وحیده، ۱۳۶۱ -
شناسه افزوده	: اخوت، احمد، ۱۳۶۷ -
شناسه افزوده	: سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۲ س ۸ / ۴۵ / ۲۵۹ / ۲۵
رده‌بندی دیویدی	: ۶۶۰ / ۲۸۴۲۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۲۱۷۵۵۳

فناوری ساخت، اصلاح و ارزیابی غشاهای پلیمری

مولف: دکتر احسان سلجوقی - دکتر وحیده غفاریان - مهندس احمد اخوت

ناشر: سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی

چاپ: اول - ۱۳۹۲

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۶۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۰۲-۴۷۲-۶

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر یا پخش یا عرضه نماید مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.



سازمان انتشارات

نشانی سازمان انتشارات: تهران - خیابان انقلاب اسلامی - خیابان فخر رازی - خیابان شهدای ژاندارمری - پلاک ۷۲، تلفن: ۶۶۹۵۲۹۴۸

مرکز پخش:

خیابان انقلاب - بین فلسطين و چهارراه ولیعصر - جنب مؤسسه نمایشگاه‌های فرهنگی ایران - تلفن: ۶۶۴۸۷۲۵ - ۶
پایگاه اطلاع‌رسانی: www.isba.ir پست الکترونیکی: info@isba.ir فروشگاه اینترنتی: www.Jdbookfair.com

فهرست

صفحه	عنوان
۷	پیش گفتار
۹	فصل اول: مقدمه‌ای بر غشاء و فرآیندهای غشایی
۹	۱-۱- غشاء چیست؟
۹	۲-۱- توسعه تاریخی غشاها
۱۱	۳-۱- تقسیم‌بندی غشاها
۱۳	۴-۱- مدول‌های غشایی
۱۳	۱-۴-۱- مدول قاب و صفحه‌ای
۱۴	۲-۴-۱- مدول حلزونی
۱۵	۳-۴-۱- مدول لوله‌ای
۱۶	۴-۴-۱- مدول الباف توخالی
۱۷	۵-۱- نیروی محرکه در فرآیندهای غشایی
۲۱	۶-۱- کاربردهای فرآیندهای غشایی
۲۳	۷-۱- مزایای استفاده از فناوری غشایی
۲۵	۸-۱- محدودیت‌های استفاده از فناوری غشایی
۲۷	۹-۱- منابع
۲۹	فصل دوم: مهم‌ترین روش‌های ساخت غشاهای پلیمری متقارن
۲۹	۱-۲- مقدمه
۲۹	۲-۲- تفاوت میان یک غشاء با یک ورق پلیمری
۳۰	۳-۲- روش ریخته‌گری محلول
۳۴	۴-۲- روش کششی
۳۶	۵-۲- روش استخراجی

۳۷	۶-۲- روش حک اثر
۴۰	۷-۲- منابع
۴۱	فصل سوم: مهم ترین روش های ساخت و اصلاح غشاهای پلیمری نامتقارن
۴۱	۱-۳- مقدمه
۴۲	۲-۳- غشاهای حاصل از روش جدایی فاز
۴۳	۱-۲-۳- روش جذب بخار آب
۴۵	۲-۲-۳- روش انعقاد حرارتی
۴۷	۲-۲-۳- روش تبخیر حلال
۴۹	۴-۲-۳- روش ترسیب به وسیله غوطه وری
۵۱	۴-۲-۳- مکانیسم شکل گیری غشاء با استفاده از روش "ترسیب به وسیله غوطه وری"
۵۱	۲-۴-۲-۳- عوامل مؤثر در ساختار و عملکرد غشاهای حاصل از روش "ترسیب به وسیله غوطه وری"
۵۵	۲-۴-۲-۳-۱- بررسی تأثیر نوع حلال و ضد حلال
۵۶	۲-۴-۲-۳-۲- ترکیب حمام انعقاد
۵۷	۲-۴-۲-۳-۳- دمای حمام انعقاد
۶۱	۴-۲-۴-۲-۳- نوع پلیمر
۶۳	۵-۲-۴-۲-۳- غلظت پلیمر
۶۵	۶-۲-۴-۲-۳- جرم مولکولی پلیمر
۶۶	۷-۲-۴-۲-۳- بررسی نقش و تأثیر افزودنی ها
۷۸	۸-۲-۴-۲-۳- تبخیر حلال از فیلم پلیمری ریخته گری شده
۷۹	۹-۲-۴-۲-۳- عملیات حرارتی
۸۰	۱۰-۲-۴-۲-۳- بررسی تأثیر ضخامت فیلم پلیمری
۸۱	۳-۳- غشاهای مرکب
۸۳	۱-۳-۳- روش پلیمریزاسیون بین سطحی
۸۴	۲-۳-۳- پوشش دهی
۸۸	۳-۳-۳- پوشش دهی اصلاحی
۸۹	۱-۳-۳-۳- روش پلاسما

۳-۳-۲- پوشش گروه های پلیمری و معدنی آب دوست بر سطح به وسیله انجام واکنش شیمیایی	۹۱
۳-۴- منابع	۹۳
فصل چهارم: مهم ترین روش های ارزیابی (شناسایی) غشاهای پلیمری	۹۹
۴-۱- مقدمه	۹۹
۴-۲- روش های تصویر برداری و میکروسکوپی	۹۹
۴-۲-۱- شناسایی با استفاده از انواع میکروسکوپ های الکترونی	۹۹
۴-۲-۱-۱- نتایج حاصل از عکس برداری با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی	۱۰۱
۴-۲-۱-۲- محدودیت های ناشی از عکس برداری با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی	۱۰۷
۴-۲-۳- میکروسکوپ های الکترونی از نوع FESEM و TEM	۱۱۱
۴-۲-۴- شناسایی با استفاده از میکروسکوپ نیروی اتمی	۱۱۲
۴-۲-۴-۱- کلیات و نتایج	۱۱۲
۴-۲-۴-۲- مزایا و محدودیت ها	۱۱۴
۴-۳- روش های اختصاصی جهت تعیین اندازه حفرات و توزیع آن ها	۱۱۵
۴-۳-۱- روش نقطه حباب	۱۱۶
۴-۳-۲- روش نفوذ جیوه	۱۱۸
۴-۳-۳- جذب سطحی- دفع گاز	۱۲۲
۴-۳-۴- پرمپورومتري	۱۲۵
۴-۳-۵- ترموپورومتري	۱۲۹
۴-۴- تعیین تخلخل	۱۳۱
۴-۵- اندازه گیری تراوش پذیری غشاء و میزان حذف/ دفع حل شونده های استاندارد توسط آن	۱۳۲
۴-۵-۱- اندازه گیری تراوش پذیری آب	۱۳۲
۴-۵-۲- اندازه گیری میزان حذف/ دفع حل شونده های استاندارد توسط غشاء	۱۳۴
۴-۶- ارزیابی تمایل غشاء به گرفتگی	۱۴۰
۴-۶-۱- اندازه گیری زاویه تماس	۱۴۱
۴-۶-۲- تعیین زبری	۱۴۳

۴-۶-۳- درصد بازیابی شار آب خالص اولیه پس از جداسازی محلول آبی حاوی پروتئین	۱۴۵
۴-۷-۷- روش‌های گرمایی در ارزیابی غشاها.....	۱۴۷
۴-۷-۱- روش گرمایی- وزنی.....	۱۴۷
۴-۷-۲- روش گرماسنجی دیفرانسیلی.....	۱۵۱
۴-۷-۳- روش گرمایی- مکانیکی.....	۱۵۴
۴-۸- ارزیابی مقاومت مکانیکی.....	۱۵۵
۴-۹- روش‌های تعیین اتم‌ها و گروه‌های عاملی موجود بر سطح غشاء.....	۱۵۵
۴-۹-۱- طیف‌سنجی الکترونی با استفاده از اشعه ایکس.....	۱۵۵
۴-۹-۲- طیف‌سنجی با استفاده از اشعه مادون قرمز.....	۱۵۷
۴-۱۰- ارزیابی غشاهای باردار.....	۱۵۹
۴-۱۰-۱- تعیین نوع بار.....	۱۶۰
۴-۱۰-۲- مفهوم پتانسیل زتا (ζ) و کاربردهای آن در ارزیابی غشاهای باردار.....	۱۶۰
۴-۱۱- منابع.....	۱۶۴

پیش‌گفتار

فناوری جداسازی غشایی نسبت به فرآیندهای معمول و رایج جداسازی دارای برتری‌های فراوانی می‌باشد که از جمله آن‌ها می‌توان به مصرف انرژی کم‌تر، کم بودن هزینه سرمایه‌گذاری اولیه، توانایی جداسازی مواد حساس به دما در صنایع غذایی، دارویی و بیوتکنولوژی، زیاد بودن نرخ انتقال جرم، سهولت در افزایش مقیاس، سازگاری با محیط زیست، هزینه کم جهت تعمیر و نگهداری و نیز انعطاف‌پذیری زیاد برای انجام انواع فرآیندهای جداسازی اشاره نمود. علاوه بر این، انجام برخی از جداسازی‌هایی که توسط فرآیندهای غشایی صورت می‌گیرند توسط سایر روش‌های جداسازی امکان‌پذیر نیستند. وجود مزایای فوق استفاده روزافزون از غشاها در صنایع مختلف مرتبط با جداسازی اعم از شیرین‌سازی آب، تصفیه پساب، صنایع نفت و گاز، صنایع لبنی و ... را به دنبال داشته است. در واقع فرآیندهای غشایی به عنوان روش‌های جایگزین مناسبی برای فرآیندهای قدیمی نظیر تقطیر، تبخیر، جداسازی جزء به جزء، جذب سطحی، استخراج و ... مطرح گردیده و زیرمجموعه‌های متنوعی از آن‌ها ارائه شده‌اند. نظر به اهمیت موارد فوق، در سال‌های اخیر تحقیقات جهانی در زمینه غشاء و فرآیندهای غشایی به میزان چشمگیری افزایش یافته است. در کشور عزیزمان نیز تحقیقات گسترده‌ای مرتبط با فناوری غشایی در قالب پروژه‌های کارشناسی ارشد و دکتری و نیز سایر طرح‌های پژوهشی در حال انجام می‌باشند. بخش عمده‌ای از این تحقیقات محدود به غشاهای پلیمری است که گستره آن همه ساله و با توجه به افزایش تعداد دانشجویان مقاطع تحصیلات تکمیلی و نیز میل و اشتیاق روزافزون اساتید و دانشجویان به انجام پروژه‌های مرتبط با فناوری غشایی، در حال افزایش است. با این حال سالهاست خلاء ناشی از وجود کتابی که در آن فرآیند ساخت، اصلاح و روش‌های ارزیابی/شناسایی غشاهای پلیمری به صورت جامع و البته به زبانی ساده معرفی شده باشند، کاملاً احساس می‌شود. همین مساله مؤلفان را بر آن داشت تا کتاب حاضر را در قالب ۴ فصل "مقدمه‌ای بر غشاء و فرآیندهای غشایی"، "مهم‌ترین روش‌های ساخت غشاهای پلیمری مقارن"، "مهم‌ترین روش‌های ساخت و اصلاح غشاهای پلیمری نامتقارن" و "مهم‌ترین روش‌های ارزیابی (شناسایی) غشاهای پلیمری" به رشته تحریر در آورند. لازم به ذکر است که در خلال فصل سوم، برخی از روش‌های رایج جهت اصلاح و ارتقاء

غشاهای پلیمری نیز معرفی شده‌اند که البته تألیف کتاب جامعی در این خصوص مد نظر مؤلفان قرار گرفته و امید است که در آینده نزدیک در اختیار محققان کشور قرار گیرد.

بخش عمده‌ای از مطالب کتاب حاضر که فصول آن در بالا معرفی گردید، بر اساس کارهای تحقیقاتی و مشاهدات عینی مؤلفان و نیز چندین سال تجربه تدریس مبحث غشاهای پلیمری در مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری دانشگاه فردوسی مشهد حاصل شده است. در کنار این امر، از منابع معتبر و به روز نیز جهت تکمیل مطالب کتاب بهره گرفته شده است. با هدف استفاده هر چه بهتر خوانندگان گرامی و ارائه مطالب به زبان ساده و قابل فهم، متن کتاب به کرات مورد بازنویسی قرار گرفت و تلاش شد تا بر اساس حدیث معصوم (ع) که می‌فرماید زکات علم، نشر آن است تجربیات حاصله توسط مؤلفان به وضوح و به زبانی ساده در اختیار خوانندگان گرامی قرار گیرد. به نظر می‌رسد که مطالعه این کتاب صرفه جویی قابل توجهی را در وقت ارزشمند پژوهشگران کشور که در زمینه غشاهای پلیمری مشغول به تحقیق می‌باشند، حاصل خواهد کرد.

باید اذعان نماییم مؤلفان کتاب حاضر ارائه دهنده راهی بوده‌اند که بنیان‌گذاران آن جناب آقای دکتر تورج محمدی و جناب آقای دکتر سید محمود موسوی اساتید ارجمند دانشگاه‌های علم و صنعت ایران و فردوسی مشهد بودند. به این وسیله مراتب سپاس خود را تقدیم این دو بزرگوار می‌نماییم.

اگر چه این کتاب به دفعات مورد بازخوانی قرار گرفته و تلاش شده است از حداقل اشتباهات برخوردار باشد، پیشاپیش از خوانندگان محترم به لحاظ احتمال وجود اشتباهات و اشکالاتی که از نظر دور مانده صمیمانه پوزش می‌خواهیم. همچنین از خوانندگان گرامی استدعا داریم که مؤلفان را از نقطه نظرات اصلاحی خود از طریق پست الکترونیکی saljoughi@ferdowsi.um.ac.ir بهره‌مند فرمایند.

با آرزوی توفیق روزافزون

دکتر احسان سلجوقی (عضو هیأت علمی دانشگاه فردوسی مشهد)،

دکتر وحیده غفاریان و مهندس احمد اخوت