



سوابق تحصیلی دکتر عباس محمدی در حوزه شیمی پلیمر بوده و از سال ۱۳۸۹ با شروع مقطع کارشناسی ارشد، در پژوهشگاه پلیمر تحت راهنمایی استاد مرحوم دکتر باریکانی در زمینه پلی یورتان نیز فعالیت خود را آغاز کرد.

وی در حال حاضر، عضو هیات علمی و دانشیار گروه شیمی پلیمر دانشگاه اصفهان است. همچنین، مدیریت گروه پژوهشی پلیمر و مسوولیت فنی آزمایشگاه تخصصی پلیمر دانشگاه را بر عهده دارد. علاوه بر این، عضو انجمن علوم و مهندسی پلیمر ایران است و با توجه به علاقه و تمرکز ویژه بر روی پلی یورتان، آزمایشگاه تخصصی علوم و تکنولوژی پلی یورتان را نیز در دانشگاه اصفهان تاسیس کرده است. او در سال‌های گذشته، به عنوان پژوهشگر جوان برگزیده دانشگاه اصفهان انتخاب شده که خود می گوید این افتخار حاصل تلاش جمعی گروه و تمرکز بر روی تحقیقات نوین در حوزه پلیمر، به ویژه پلی یورتان بوده است.

دکتر محمدی: اگرچه در زمینه انواع پلیمرها، تدریس، مشاوره و پروژه‌های مختلفی انجام داده‌ام، اما زمینه تخصصی اصلی بنده به طور ویژه در حوزه علوم و تکنولوژی پلی یورتان‌ها است. این علاقه شامل طیف وسیعی از مباحث مرتبط با پلی یورتان است، از جمله تحقیق و توسعه در زمینه انواع فوم‌های پلی یورتان، به خصوص فوم‌های ضد شعله و فوم‌های جاذب پساب‌ها و ترکیبات روغنی از آب. همچنین در حوزه نانوکامپوزیت‌های پلی یورتانی، پوشش‌های مختلف (مانند پوشش‌های ضد باکتری، ضد خوردگی و ضد رسوب)، پلی یورتان‌های خود ترمیم‌شونده و خود تمیزشونده، اصلاح پارچه با استفاده از پلی یورتان‌ها، کاربرد پلی یورتان

گفت و گو با دکتر عباس محمدی، عضو هیات

علمی دانشگاه اصفهان:

پلی یورتان‌های پایه آبی و پلی یورتان‌های غیرایزوسیاناتی، طرح‌هایی برای آینده کشور

در ساخت زخم‌پوش‌ها و سامانه‌های ره‌ایش هوشمند دارو، سیستم‌های پایه‌آب پلی‌یورتان، پلی‌یورتان الاستومرها، چسب‌های حساس به فشار و سیستم‌های پلی‌یورتانی با قابل پخت نوری فعالیت پژوهشی و تحقیقاتی گسترده‌ای داشته‌ام.

حاصل این فعالیت‌های پژوهشی، چاپ بیش از ۶۰ مقاله، فصل کتاب و کتاب در زمینه انواع پلی‌یورتان‌ها است که امیدوارم مورد استفاده علاقه‌مندان و متخصصان این حوزه قرار گیرد.

مجله پلی‌یورتان - از دیدگاه شما، مهم‌ترین مزیت پلی‌یورتان‌ها در کاربردهای صنعتی چیست؟

دکتر محمدی: پیش از پاسخ به این سوال مهم، لازم می‌دانم یاد و خاطره استاد فقید، جناب آقای دکتر مهدی باریکانی، پایه‌گذار علوم و مهندسی پلی‌یورتان در ایران را گرامی بدارم. ایشان حق بزرگی برگردن جامعه علمی و صنعتی پلی‌یورتان کشور دارند و بنده نیاز طی دوران دانشجویی افتخار شاگردی ایشان را داشتم.

در پاسخ به سوال شما در خصوص مهم‌ترین مزایای پلی‌یورتان‌ها در کاربردهای صنعتی، باید گفت که این پلیمر به دلیل خواص و ویژگی‌های منحصر به فرد خود، واقعاً یک پلیمر چندکاره و بسیار ارزشمند در دنیای صنعتی امروز محسوب می‌شود. دلایل متعددی برای تقاضای روزافزون و پویایی این صنعت وجود دارد.

اولین و شاید مهم‌ترین مزیت، تنوع بی‌نظیر کاربردهای آن است. پلی‌یورتان در طیف بسیار وسیعی از صنایع و محصولات مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ از ساختمان‌سازی و خودروسازی تا لوازم خانگی، مبلمان، کفش، پوشاک و حتی کاربردهای تخصصی در حوزه پزشکی. این گستره وسیع کاربرد، نشان‌دهنده انعطاف‌پذیری بالای پلی‌یورتان و قابلیت انطباق آن با نیازهای متنوع صنعتی است.

دلیل دیگر، خواص مکانیکی و فیزیکی عالی پلی‌یورتان است. این ماده دارای انعطاف‌پذیری قابل توجهی در فرمولاسیون است که به ما امکان می‌دهد طیف وسیعی از مواد با سختی و خواص متفاوت، از فوم‌های بسیار نرم و انعطاف‌پذیر گرفته تا الاستومرهای سخت و مقاوم را تولید کنیم. این تنوع به دلیل وجود تنوع مواد اولیه و امکان طراحی فرمولاسیون میسر می‌شود. از دیگر خواص مکانیکی برجسته می‌توان به مقاومت بالا در برابر سایش، پارگی و کشش اشاره کرد که در کاربردهایی که نیاز به دوام و استحکام مکانیکی بالاست، بسیار حائز اهمیت است. همچنین، پلی‌یورتان دارای مقاومت شیمیایی خوبی در برابر بسیاری از مواد است که این ویژگی آن را برای استفاده در محیط‌های خورنده یا در تماس با مواد شیمیایی مناسب می‌سازد.

در مورد فوم‌های پلی‌یورتان، خواص عایق حرارتی و صوتی عالی آن‌ها یکی از مهم‌ترین مزایا است که در صرفه‌جویی در مصرف انرژی و ایجاد فضاهای آرام و راحت نقش بسزایی دارد. مزیت دیگر، چسبندگی خوب به سطوح مختلف است. پلی‌یورتان به راحتی به انواع زیرلایه‌ها مانند فلزات، چوب، پلاستیک و بتن می‌چسبد که این ویژگی در تولید کامپوزیت‌ها و پوشش‌ها بسیار مفید است. دوام بالای محصولات پلی‌یورتان نیز از جمله مزایای کلیدی است که منجر به افزایش عمر مفید محصولات و کاهش نیاز به تعویض و تعمیر می‌شود.

علاوه بر این، پلی‌یورتان دارای فیلرپذیری عالی است، به این معنی که می‌توان انواع پرکننده‌ها را برای بهبود خواص یا کاهش هزینه به آن اضافه کرد. در نهایت، روش تهیه و فرآیند آسان پلی‌یورتان در مقایسه با برخی مواد دیگر، تولید و فرآوری آن را در مقیاس صنعتی تسهیل می‌کند.

به طور کلی، می‌توان گفت که ترکیب این مزایا - تنوع کاربردها، خواص مکانیکی و فیزیکی عالی، مقاومت شیمیایی، خواص عایق حرارتی و صوتی، چسبندگی خوب، دوام بالا، فیلرپذیری و فرآیند آسان باعث شده است که پلی‌یورتان به یک پلیمر پر تقاضا در صنایع مختلف تبدیل شود و انتظار می‌رود که با نوآوری و تحقیق و توسعه مستمر، کاربردهای جدیدی برای این ماده در آینده نیز پدیدار شود.

مجله پلی‌یورتان - شما در برخی مقالات به استفاده از پلی‌یورتان‌های پایه آبی اشاره داشته‌اید. این سامانه‌ها تا چه حد توان رقابت با نمونه‌های پایه حلالی را دارند؟

دکتر محمدی: پلی‌یورتان‌های پایه آبی، موضوع مهمی است که با توجه به دغدغه‌های زیست‌محیطی امروز، اهمیت فزاینده‌ای پیدا کرده است. بنده به دلیل تعهد عمیق به حفظ محیط زیست و طبیعت، تصمیم گرفته‌ام تمام تلاش پژوهشی و تحقیقاتی خود را بر استفاده از مواد پایه‌طبیعی مانند سلولز، نشاسته، کیتوسان، تانیک اسید، آلژینات و یا استفاده از روش‌های سبز در تولید پلی‌یورتان‌ها متمرکز کنم. علاوه بر پلی‌یورتان‌های پایه آبی، اخیراً روی سنتز پلی‌یورتان‌ها به روش غیر ایزوسیاناتی نیز تمرکز کرده‌ام که گامی مهم در جهت تولید پایدارتر این مواد است. اخیراً نیز در زمینه پلی‌یورتان‌های پایه آبی، افتخار چاپ کتابی در انتشارات نووا ساینس آمریکا را داشته‌ایم.

در مورد مقایسه پلی‌یورتان‌های پایه آبی با نمونه‌های پایه حلالی، باید گفت که تفاوت اصلی این دو سامانه در استفاده از آب به جای حلال‌های آلی است. این تفاوت، پیامدهای مهمی در خواص، فرآیند و اثرات زیست‌محیطی آن‌ها دارد. استفاده از آب به جای این حلال‌ها، به طور چشمگیری میزان انتشار ترکیبات آلی فرار (VOCs) را کاهش می‌دهد و به سازگاری بیشتر با محیط زیست و ایمنی بالاتر در فرآیند تولید و کاربرد منجر می‌شود. عدم آتش‌گیری و انتشار مواد سمی کمتر نیز از دیگر مزایای ایمنی این سامانه‌ها است.

ساخت پلی‌یورتان‌های پایه آبی، با وجود مزایای فراوان، با چالش‌هایی نیز روبرو می‌باشد. از جمله این چالش‌ها، عدم حلالیت ذاتی پلی‌یورتان‌ها در آب است که نیازمند تکنیک‌های فرمولاسیون خاصی برای ایجاد پراکندگی پایدار در آب است. همچنین، محدودیت‌هایی در کنترل جرم مولکولی، خواص نهایی و پایداری آن‌ها در مقایسه با نمونه‌های پایه حلالی وجود داشته است. با این حال، پیشرفت‌های اخیر به ویژه در زمینه سنتز و فرمولاسیون، باعث شده است که بسیاری از این چالش‌ها برطرف شوند. امروز پلی‌یورتان‌های پایه آبی دارای مزایای قابل توجهی هستند که آن‌ها را به رقیبی جدی برای نمونه‌های پایه حلالی تبدیل کرده است.

در مورد توان رقابت، نمی‌توان حکم کلی صادر کرد. در برخی کاربردها، پلی‌یورتان‌های پایه آبی کاملاً جایگزین نمونه‌های پایه حلالی شده‌اند و عملکرد مشابه یا حتی بهتری ارائه می‌دهند. در برخی دیگر، این سامانه‌ها در حال پیشرفت چشمگیر هستند و با بهبود فرمولاسیون و خواص، به تدریج سهم بازار بیشتری را به خود اختصاص می‌دهند. با این حال، در بعضی کاربردهای بسیار تخصصی که نیاز به خواص مکانیکی یا شیمیایی ویژه‌ای است، نمونه‌های پایه حلالی ممکن است هنوز برتری داشته باشند. اما روند کلی در صنعت پلی‌یورتان به سمت استفاده بیشتر از سامانه‌های پایه آبی است. با توجه به قوانین سختگیرانه‌تر زیست‌محیطی و افزایش آگاهی عمومی در مورد سلامت و محیط زیست، انتظار می‌رود که تقاضا برای پلی‌یورتان‌های پایه آبی در آینده به طور فزاینده‌ای افزایش یابد و این سامانه‌ها نقش مهم‌تری در صنایع مختلف ایفا کنند.

مجله پلی یورتان - همانطور که اشاره هم کردید، پلی یورتان‌ها در دنیا با چالش‌های جدی زیست محیطی روبرو هستند. در ایران هم همینطور و با توجه به حضور در کنوانسیون‌های بین‌المللی، ملزم به تغییر برخی مسیرها در تولید پلی یورتان هستیم. از جمله حذف برخی گازها در جایگاه عوامل پفزا و ... آیا در پژوهش‌های خود به سمت چنین دستاوردهایی رفته‌اید؟ آیا اصولاً این امر در ایران برای صنعت پلی یورتان جدی است یا خیر؟

دکتر محمدی: بله، پلی یورتان‌ها در سراسر جهان با چالش‌های جدی زیست محیطی روبرو هستند. این چالش‌ها، شامل عدم تجزیه‌پذیری طبیعی که منجر به تجمع پسماند می‌شود، استفاده از مواد شیمیایی سمی مانند ایزوسیانات‌ها و ترکیبات آمینی در فرآیند تولید، انتشار ترکیبات آلی فرار، مشکلات در بازیافت به دلیل ساختار پیچیده و انرژی‌بر بودن فرآیند تولید هستند.

برای مقابله با این چالش‌ها، نیاز به مجموعه‌ای از راهکارها در طول چرخه عمر محصول داریم. این راهکارها شامل تغییر در مواد اولیه، بهبود فرآیندهای تولید، توسعه فناوری‌های بازیافت و مدیریت پسماند هستند. موفقیت در این زمینه نیازمند همکاری و هماهنگی بین دولت، صنعت، مراکز علمی و تحقیقاتی و جامعه است.

اما در مورد وضعیت این موضوع در ایران، می‌توان گفت که جدیت در پرداختن به چالش‌های زیست محیطی پلی یورتان‌ها رو به افزایش است، اما هنوز با سرعت مورد نیاز جهانی فاصله دارد و با موانعی روبروست. این حرکت در میان صنعتگران آهسته است. در حالی که برخی شرکت‌ها به سمت استفاده از مواد با آلایندگی کمتر و بهبود فرآیندها حرکت می‌کنند، بسیاری دیگر همچنان با روش‌های سنتی و کم‌توجهی به مسائل زیست محیطی فعالیت می‌کنند.

موانع موجود در این مسیر نیز متعدد هستند. هزینه‌های بالا برای به‌روزرسانی تجهیزات و فرآیندها، عدم دسترسی به فناوری‌های پیشرفته، فقدان زیرساخت‌های لازم برای بازیافت، عدم آگاهی کافی در بین برخی صنعتگران و مسئولان، نوسانات اقتصادی و تحریم‌ها، و در نهایت، فقدان نظارت و اجرای قاطع قوانین از جمله مهم‌ترین این موانع هستند.

بنابراین نیاز به سیاست‌گذاری‌های حمایتی قوی‌تر از سوی دولت، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های بازیافت، تسهیل دسترسی به فناوری‌های نوین و افزایش نظارت و اجرای قوانین داریم. همچنین، افزایش آگاهی در بین صنعتگران، مسئولان و جامعه نقش کلیدی در ایجاد انگیزه برای تغییر دارد.

بنده نیز به عنوان یک متخصص و پژوهشگر پلی یورتان، در پژوهش‌های همواره به دنبال راهکارهایی برای کاهش اثرات زیست محیطی این صنعت بوده‌ام. این تلاش‌ها در چند حوزه اصلی نظیر متمرکز بوده‌اند.

• جایگزینی عوامل پفزا و ترکیبات سمی و همچنین حلال‌های آلی در فرمولاسیون و فرآیند‌های ساخت پلی یورتان‌ها

• استفاده از مواد اولیه زیست‌پایه یا تجدیدپذیر در تولید پلی یورتان

• بازیافت شیمیایی پلی یورتان‌ها

اعتقاد داریم که توسعه فناوری‌های بازیافت، به ویژه در شرایط ایران که زیرساخت‌های بازیافت جامع هنوز به طور کامل شکل نگرفته‌اند، می‌تواند نقش مهمی در مدیریت پسماند پلی یورتان ایفا کند.

اعتقاد دارم که با ادامه پژوهش، توسعه و همکاری در این زمینه‌ها، می‌توانیم به آینده‌ای روشن‌تر و پایدارتر برای صنعت پلی یورتان در ایران دست یابیم و سهم خود را در کاهش چالش‌های زیست محیطی این صنعت ایفا کنیم.

مجله پلی یورتان - در حوزه فوم‌های پلی یورتان، چه پارامترهایی را کلیدی‌تر از بقیه برای بهینه‌سازی خواص مکانیکی می‌دانید؟

دکتر محمدی: خواص مکانیکی از جمله استحکام فشاری، کششی، خمشی، جذب انرژی و انعطاف‌پذیری، نقش حیاتی در عملکرد و دوام محصولات نهایی در صنایع مختلف، از جمله خودروسازی، مبلمان، ساختمان، بسته‌بندی، کفش و لوازم خانگی ایفا می‌کنند. انتخاب فوم با خواص مکانیکی مناسب، تضمین‌کننده عملکرد بهینه و طول عمر محصول است.

در زمینه فوم‌های پلی یورتان، برای بهینه‌سازی خواص مکانیکی و دستیابی به ترکیب مطلوب از این خواص برای کاربردهای خاص، چند پارامتر کلیدی مانند چگالی، ساختار سلولی، نوع و نسبت مواد اولیه، شرایط تولید و افزودنی‌ها نقش بسزایی دارند.

به طور کلی، با افزایش چگالی، استحکام فشاری، کششی و خمشی فوم نیز افزایش می‌یابد. فوم‌های با چگالی بالاتر قادر به تحمل بارهای بیشتری هستند. با این حال، افزایش چگالی معمولاً منجر به کاهش انعطاف‌پذیری و قابلیت جذب انرژی می‌شود. بنابراین، کنترل دقیق چگالی برای ایجاد تعادل بین استحکام، وزن و سایر خواص مکانیکی با توجه به نیاز کاربرد خاص، بسیار حیاتی است.

ساختار سلولی فوم، شامل اندازه، شکل و توزیع سلول‌ها (حفره‌ها)، تأثیر عمیقی بر خواص مکانیکی دارد. فوم‌هایی با سلول‌های کوچک‌تر و توزیع یکنواخت‌تر معمولاً استحکام و مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهند. همچنین، باز یا بسته بودن سلول‌ها تفاوت‌های قابل توجهی در خواص ایجاد می‌کند. فوم‌های سلول باز که سلول‌های آن‌ها به هم متصل هستند، نرم‌تر، انعطاف‌پذیرتر و دارای خاصیت جذب صوت بالاتری هستند. در مقابل، فوم‌های سلول بسته سفت‌تر، مستحکم‌تر و دارای خواص عایق‌بندی حرارتی بهتری هستند. کنترل ساختار سلولی از طریق تنظیم فرآیند و استفاده از مواد افزودنی مناسب، برای دستیابی به خواص مکانیکی مطلوب ضروری است.

انواع مختلف پلی‌ال‌ها و ایزوسیانات‌ها دارای ساختار و واکنش‌پذیری متفاوتی هستند که مستقیماً بر ساختار پلیمری و در نتیجه خواص مکانیکی تأثیر می‌گذارند. تنظیم نسبت ایزوسیانات نیز بر میزان واکنش و تشکیل پیوندهای عرضی در ساختار پلیمری تأثیر می‌گذارد و می‌تواند خواص مکانیکی را به طور قابل توجهی تغییر دهد.

علاوه بر این، استفاده از مواد افزودنی مانند کاتالیست‌ها (برای کنترل سرعت واکنش)، سورفکتانت‌ها (برای کنترل اندازه و پایداری سلول‌ها) و عوامل فوم‌کننده (برای ایجاد سلول‌ها) نیز برای کنترل دقیق فرآیند و دستیابی به خواص مکانیکی مورد نظر حیاتی است. شرایط فرآیند تولید نیز نقش بسیار مهمی در شکل‌گیری ساختار نهایی فوم و در نتیجه خواص مکانیکی آن دارد. پارامترهایی مانند دما و فشار واکنش، سرعت و کیفیت اختلاط مواد اولیه و زمان پخت می‌توانند به طور قابل توجهی بر اندازه سلول‌ها، توزیع آن‌ها و میزان واکنش تأثیر بگذارند.

مجله پلی یورتان - فناوری نانو چه نقشی در بهبود عملکرد پلی یورتان‌ها دارد؟ آینده تحقیق و توسعه در این صنعت چیست؟

دکتر محمدی: فناوری نانو ابزاری قدرتمند برای ارتقای خواص پلی یورتان‌ها در ابعاد مختلف است. با افزودن نانوذرات به ماتریس پلی یورتان، می‌توان شاهد بهبودهای چشمگیر در خواص فیزیکی، مکانیکی، حرارتی، شیمیایی و حتی الکتریکی این پلیمر بود. فناوری نانو

با افزودن انواع نانوذرات مانند نانولوله‌های کربنی، گرافن، نانوسیلیس و نانوذرات فلزی، به طور قابل توجهی عملکرد پلی‌یورتان‌ها را بهبود می‌بخشد. این نانوذرات به عنوان تقویت‌کننده عمل کرده و خواص مکانیکی از جمله استحکام و مقاومت در برابر سایش را افزایش می‌دهند. همچنین، با کاهش هدایت حرارتی، به بهبود خواص عایق‌بندی حرارتی کمک می‌کنند و با افزایش دمای تجزیه، پایداری حرارتی را بالا می‌برند. افزودن نانوذرات می‌تواند خاصیت بازدارندگی شعله پلی‌یورتان‌ها را با تشکیل لایه کربن و کاهش انتشار شعله ارتقا دهد. علاوه بر این، با افزودن نانوذرات رسانا یا مغناطیسی، می‌توان خواص الکتریکی و مغناطیسی جدیدی به پلی‌یورتان‌ها بخشید و با استفاده از نانوذرات ضد میکروبی مانند نانوذرات نقره، خاصیت ضد میکروبی و زیست‌سازگاری آن‌ها را افزایش داد. نانوذرات همچنین می‌توانند خواص مقاومت به نور پلی‌یورتان‌ها را بهبود بخشند.

آینده تحقیق و توسعه فناوری نانو در پلی‌یورتان‌ها با تمرکز بر ایجاد نانوکامپوزیت‌های چند منظوره که چندین خاصیت بهبود یافته را همزمان ارائه می‌دهند، بسیار روشن است. دستیابی به خواص بهینه نیازمند کنترل دقیق‌تر ساختار نانوکامپوزیت در مقیاس نانو و بهبود تکنیک‌های پراکندگی نانوذرات خواهد بود. همچنین، توسعه پلی‌یورتان‌های هوشمند با استفاده از نانوذرات پاسخگو به محرک‌ها، برای کاربردهای پیشرفته مانند سنسورها در کانون توجه قرار دارد. این تحقیقات نوآورانه منجر به کشف کاربردهای کاملاً جدید برای نانوکامپوزیت‌های پلی‌یورتان در حوزه‌هایی مانند الکترونیک و تجهیزات پزشکی پیشرفته خواهد شد. به طور کلی، فناوری نانو نه تنها به بهبود خواص موجود پلی‌یورتان‌ها کمک می‌کند، بلکه با ایجاد خواص جدید و هوشمند، فرصت‌های بی‌سابقه‌ای برای کاربردهای آینده این پلیمر ایجاد می‌نماید.

در همین زمینه گروه تحقیقاتی پلی‌یورتان در دانشگاه اصفهان در زمینه نانوکامپوزیت‌های پلی‌یورتانی چندین مقاله و فصل کتاب به چاپ رسانده است.

مجله پلی‌یورتان - در آزمایشگاه شما از چه روش‌های آنالیزی برای بررسی ساختار و خواص پلی‌یورتان‌ها، پایداری حرارتی و تخریب آنها استفاده می‌شود؟

دکتر محمدی: در آزمایشگاه ما و دانشگاه اصفهان به دلیل امکانات تقریباً مطلوب از طیف وسیعی از روش‌های آنالیزی برای مطالعه پلی‌یورتان‌ها استفاده می‌شود.

تکنیک‌هایی مانند FTIR و NMR به ما کمک می‌کنند تا ساختار شیمیایی دقیق پلیمر و حضور گروه‌های عاملی مختلف را شناسایی کنیم. برای درک وزن مولکولی و توزیع وزن مولکولی زنجیره‌های پلیمری، از GPC استفاده می‌شود. رفتارهای حرارتی پلی‌یورتان مانند دماهای انتقال شیشه‌ای (T_g) و دمای ذوب (T_m) با استفاده از DSC مشخص می‌شوند، در حالی که خواص ویسکوالاستیک و وابستگی آن‌ها به دما و فرکانس از طریق DMA مورد مطالعه قرار می‌گیرند. در حوزه ریزساختار و پراکندگی نانوذرات، ابزارهای تصویربرداری پیشرفته‌ای مانند SEM، TEM و AFM به ما امکان می‌دهند تا جزئیات ساختاری و نحوه توزیع نانوذرات در ماتریس پلیمری را مشاهده کنیم. عملکرد نهایی پلی‌یورتان‌ها تحت بارهای مختلف با استفاده از تست‌های مکانیکی متنوعی از جمله کشش، فشار، خمش، ضربه و سختی‌سنجی ارزیابی می‌شود. پایداری حرارتی و مراحل تخریب حرارتی پلی‌یورتان با استفاده از TGA آنالیز می‌شود، و مقاومت آن‌ها در برابر عوامل محیطی با تست‌های تسریع شده پیری بررسی می‌گردد. در

مرحله ساخت و سنتز تجهیزات لازم مانند انواع راکتور استفاده می‌شود. لازم بذکر است دستگاه‌ها و تجهیزات بیشتری در مرکز پلیمر دانشگاه اصفهان موجود است که ذکر آنها در اینجا از حوصله مخاطب خارج است. مخاطبان گرامی می‌توانند به سایت مرکز پلیمر دانشگاه اصفهان مراجعه نمایند.

مجله پلی‌یورتان - در همکاری با صنعت، کدام نیازهای فناورانه در حوزه پلی‌یورتان را بیشتر مشاهده کرده‌اید؟

دکتر محمدی: بر اساس تجربه همکاری با صنعت پلی‌یورتان در ایران، نیازهای فناورانه متعددی مشاهده شده است که برای افزایش رقابت‌پذیری ضروری هستند.

یکی از نیازهای کلیدی، بومی‌سازی و توسعه فرمولاسیون‌ها است. صنعت نیازمند توانایی طراحی و ساخت پلی‌ال‌های اختصاصی برای کاربردهای ویژه و کاهش وابستگی به واردات است. همچنین، فرمولاسیون‌های سفارشی برای انواع محصولات مانند فوم‌ها، الاستومرها، چسب‌ها و پوشش‌ها برای عملکرد بهینه در شرایط ایران مورد نیاز است. بهبود خواص محصولات موجود و توسعه محصولات جدید با عملکرد بالا نیز از اولویت‌هاست. این شامل تولید فوم‌های با عایق‌بندی بهتر و مقاومت مکانیکی بالاتر، و پوشش‌های پلی‌یورتانی با مقاومت شیمیایی و مکانیکی عالی، ضد خش، ضد خوردگی، ضد جلبک و ضد باکتری است.

فرمولاسیون چسب‌های تک جزئی و دو جزئی و همچنین رزین‌های مناسب برای ریخته‌گری پلی‌یورتان الاستومر و ساخت الاستوفوم‌ها نیز جذاب بوده است. کاهش هزینه‌های تولید از طریق استفاده از مواد اولیه بومی یا جایگزین‌های ارزان‌تر و بهینه‌سازی فرآیندها نیاز مهمی است. کنترل کیفیت مواد اولیه و محصولات نهایی و نیاز به روش‌های آنالیزی قابل اعتماد برای تضمین کیفیت ثابت، یک چالش مستمر است. انتقال دانش فنی، عیب‌یابی و بهینه‌سازی فرآیندهای تولید برای افزایش راندمان و کیفیت محصول بسیار حیاتی است. همچنین توسعه محصولات با قابلیت پخت سریع مانند رزین‌های پخت نوری برای کاربردهای خاص مورد توجه است.

مجله پلی‌یورتان - اولویت‌های پژوهشی شما در ادامه مسیر علمی در حوزه پلی‌یورتان‌ها چیست؟

دکتر محمدی: اولویت‌های اصلی پژوهشی ما شامل موارد زیر است:

۱. ادامه تحقیقات بر روی نانوکامپوزیت‌های پلی‌یورتانی: تمرکز بر روی تأثیر انواع مختلف نانوذرات (با تمرکز بر نانوذراتی که در ابتدای بحث ذکر شد) بر ساختار شیمیایی، ریزساختار، خواص مکانیکی، حرارتی و ویسکوالاستیک پلی‌یورتان‌ها. این شامل بررسی توزیع و برهم‌کنش نانوذرات با ماتریس پلیمری و بهینه‌سازی فرآیند اختلاط برای دستیابی به نانوکامپوزیت‌های با عملکرد بهبود یافته است. هدف، مهندسی خواص پلی‌یورتان‌ها با استفاده از نانوفیلرها برای کاربردهای خاص است.

۲. بررسی مکانیزم‌های تخریب و افزایش پایداری: ادامه تحقیقات در زمینه مکانیزم‌های تخریب حرارتی، اکسیداتیو و محیطی مانند (UV) پلی‌یورتان‌ها، به‌خصوص در حضور نانوذرات. توسعه روش‌هایی برای افزایش پایداری پلی‌یورتان‌ها در شرایط سخت محیطی از طریق اصلاح ساختار شیمیایی، استفاده از افزودنی‌های پایدارکننده، یا بهره‌گیری از اثر حفاظتی نانوذرات.

۳. تحقیقات بر روی بازیافت و پایداری: پیگیری تحقیقات در زمینه روش‌های بازیافت شیمیایی و فیزیکی ضایعات پلی‌یورتانی و بررسی امکان استفاده از مواد بازیافتی در تولید پلی‌یورتان‌های جدید یا سایر مواد

با ارزش افزوده. توسعه پلی یورتان های زیست تخریب پذیر یا با قابلیت پایداری زیست محیطی بالاتر نیز در این حوزه مورد توجه خواهد بود.

۴. بررسی رابطه ساختار-خواص در سطح عمیق تر: استفاده از روش های آنالیزی پیشرفته تر برای درک دقیق تر رابطه بین ساختار شیمیایی، مورفولوژی (جدایی فازی در پلی یورتان های بخش بندی شده) و خواص نهایی پلی یورتان ها و نانوکامپوزیت های آن ها. این درک عمیق به طراحی هدفمند پلیمرها با خواص مطلوب کمک می کند.

تمرکز اصلی ما بر روی ایجاد دانش بنیادین در این حوزه ها و انتشار یافته های علمی در مجلات معتبر بین المللی خواهد بود. در عین حال، همواره به دنبال ارتباط پژوهش های خود با نیازهای صنعتی و ایجاد پتانسیل برای انتقال فناوری به صنعت خواهیم بود.

هدف نهایی ما، دستیابی به نتایج مفید و اثربخش است که نه تنها به پیشرفت علوم پلیمر در سطح کشور و جهان کمک کند، بلکه زمینه را برای توسعه تکنولوژی های جدید در حوزه پلی یورتان ها و پاسخگویی به چالش های صنعت فراهم آورد.

مجله پلی یورتان - چه زمینه هایی را برای پایان نامه های دانشجویی در حوزه پلی یورتان ها پُرپتانسیل تر می دانید؟

دکتر محمدی: توجه به فاصله قابل توجه بین صنعت و دانشگاه در کشور که نیازمند بستر سازی از سوی برنامه ریزان حوزه آموزشی و صنعتی است، تلاش ما در دانشگاه بر تربیت نیروهای متخصصی متمرکز است که علاوه بر دانش تئوری، با چالش ها و نیازهای واقعی صنعت آشنا باشند. به همین دلیل، موضوعات پایان نامه های دانشجویی در حوزه پلی یورتان ها را به گونه ای انتخاب می کنیم که پتانسیل بالایی برای ارتباط با صنعت و پاسخگویی به نیازهای آن داشته باشند، در عین حال که به توسعه مرزهای دانش نیز کمک می کنند.

برخی از زمینه هایی که برای پایان نامه های دانشجویی در حوزه پلی یورتان ها پُرپتانسیل تر می دانیم، عبارتند از:

۱. کاربردهای پلی یورتان ها در تبدیل و ذخیره انرژی: این حوزه شامل طراحی و سنتز مواد پلی یورتانی با خواص مناسب برای استفاده در سلول های خورشیدی، باتری ها، سوخت سلول ها، و مواد تغییر فاز برای ذخیره انرژی حرارتی است. بررسی استفاده از فوم های پلی یورتانی با ساختار سلولی کنترل شده برای عایق بندی حرارتی فوق العاده با عملکرد ویژه در این کاربردها بسیار جذاب است.

۲. فوم های عایق حرارتی با عملکرد ویژه: تحقیق بر روی نسل جدید فوم های پلی یورتانی با هدایت حرارتی بسیار پایین، پایداری ابعادی عالی و مقاومت در برابر رطوبت و آتش. این شامل استفاده از تکنیک های جدید فرمولاسیون، استفاده از مواد عایق کننده نانو و میکرو، و بهینه سازی فرآیند تولید برای دستیابی به خواص مطلوب است.

۳. کاربردهای زیستی (پزشکی و مهندسی بافت) پلی یورتان ها: توسعه بیوپلی یورتان های زیست سازگار و زیست تخریب پذیر برای کاربردهای پزشکی مانند داربست های مهندسی بافت، رگ های مصنوعی، ایمپلنت ها و سیستم های رهایش دارو. این حوزه نیازمند سنتز پلی یورتان ها با ساختار و خواص قابل تنظیم و بررسی تعامل آن ها با سلول ها و بافت های زنده است.

۴. پوشش های پلی یورتان با خواص پیشرفته برای صنایع خاص: توسعه پوشش های ضد خوردگی با عملکرد بالا برای صنایع نفت، گاز و پتروشیمی و سازه های فلزی. همچنین، پوشش های پلی یورتانی با مقاومت شیمیایی و فیزیکی بالا برای کاربردهای صنعتی و محافظتی.

۵. فوم های ضد شعله و با مقاومت بالا در برابر آتش: تحقیق بر روی

استفاده از افزودنی های ضد شعله مؤثر و کم خطر در فرمولاسیون فوم های پلی یورتانی، بدون تأثیر منفی بر خواص مکانیکی و عایق بندی آن ها. توسعه فوم هایی که در صورت آتش سوزی گازهای سمی کمتری تولید می کنند نیز از اهمیت بالایی برخوردار است.

۶. استفاده از مواد زیست پایه و روش های سبز در فرمولاسیون و تهیه پلی یورتان ها: جایگزینی بخشی از پلی آل ها یا ایزوسیانات ها با مواد مشتق شده از منابع تجدیدپذیر (مانند روغن های گیاهی و مشتقات آن ها) برای کاهش اثرات زیست محیطی و وابستگی به منابع فسیلی. تحقیق بر روی فرآیندهای سنتز دوستدار محیط زیست و کاهش استفاده از حلال های مضر نیز در این دسته قرار می گیرد.

۷. توسعه پلی یورتان های مقاوم به شرایط محیطی و تنش های عملیاتی: سنتز پلی یورتان هایی با مقاومت بالاتر در برابر مواد شیمیایی خورنده، اشعه ماوراء بنفش (UV) و تنش های مکانیکی و حرارتی بالا برای افزایش طول عمر و دوام محصولات در کاربردهای سخت.

انتخاب موضوعات پایان نامه در این زمینه ها نه تنها به دانشجویان امکان می دهد تا در لبه دانش پژوهش کنند، بلکه آن ها را با چالش ها و نیازهای واقعی صنعتی که از پلی یورتان استفاده می کنند، آشنا می سازد و آمادگی آن ها را برای ورود مؤثر به بازار کار افزایش می دهد. هدف ما تربیت نیروهای متخصص و آشنا با صنعت است که بتوانند پلی میان یافته های دانشگاهی و نیازهای تکنولوژیکی صنعت ایجاد کنند.

مجله پلی یورتان - اگر محدودیت مالی و تجهیزاتی وجود نداشت، کدام پروژه را در صنعت پلی یورتان فوراً آغاز می کردید؟

دکتر محمدی: اگر محدودیت مالی و تجهیزاتی وجود نداشت، پروژه راه اندازی مواد اولیه شامل ایزوسیانات های آلیفاتیک و زنجیر افزاینده های آمینی برای کاهش وابستگی به واردات و تسهیل تولید گرید های کاربردی و متنوع پلی یورتان را آغاز می کردم. یک گزینه دیگر و ضروری نیز راه اندازی واحد تحقیق و توسعه و پایلوت صنعتی بازیافت شیمیایی انواع ضایعات پلی یورتان برای بازیابی مواد مؤثر در راستای اقتصاد چرخشی می باشد. این پروژه ها نیازمند سرمایه گذاری کلان در تجهیزات پیشرفته و نیروی متخصص است. این موارد به ایجاد اکوسیستمی یکپارچه در حوزه پلی یورتان، از تولید مواد اولیه استراتژیک تا بازیافت، برای خودکفایی، پایداری و رشد صنعت ملی کمک شایانی می نماید.

مجله پلی یورتان - آیا ارتباطی از دانشگاه خود با انجمن تولید کنندگان پلی یورتان دارید؟

دکتر محمدی: در سطح کلان، ارتباط رسمی و ساختاریافته ای با انجمن تولید کنندگان پلی یورتان نداشته ایم و ارتباطات ما بیشتر به صورت موردی با برخی از شرکت های فعال در این صنعت بوده است. با این حال، ایجاد ارتباط قوی تر و همکاری نزدیک با این انجمن برای ما از اهمیت بالایی برخوردار است و صمیمانه از آن استقبال می کنیم.

معتقدم تشکیل یک کمیته علمی پلی یورتان در کشور و همکاری تنگاتنگ این کمیته با انجمن صنعتی تولید کنندگان پلی یورتان، می تواند اثرات بسیار مفیدی به همراه داشته باشد. این هم افزایی کمک می کند تا تحقیقات دانشگاهی هدفمندتر شده و نیازهای واقعی صنعت را برآورده سازد. در مقابل، دانشگاه نیز می تواند به عنوان یک قطب نما برای جهت دهی به تولیدات و فناوری های آینده صنعت پلی یورتان عمل کند. ما آمادگی کامل خود را برای مشارکت فعال در این فرآیند و ایجاد پلی مستحکم تر بین دانش و نیازهای صنعت پلی یورتان اعلام می کنیم.