

با حمایت بنیاد ملی علم ایران

منتشر می‌شود:

فراخوان

سنتز پلی‌استر پلی‌ال و پلیمریک
پلی‌ال‌های پایه استری جهت
جایگزینی با پلی‌اتر پلی‌ال‌ها به منظور
تولید فوم‌های فلکسی HR

شرکت در این فراخوان و ارائه پروپوزال تنها برای اعضای هیئت علمی فعال در یکی از دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی کشور به عنوان سرپرست تیم پژوهشی مجاز است.

پروپوزالی که بیشترین تناسب را با الزامات این نیاز تحقیقاتی داشته باشد؛ انتخاب و به عنوان مجری به شرکت دانش‌بنیان متقاضی معرفی خواهد شد.

✓ امروزه سامانه‌های پلی‌یورتانی دو جزئی به دلیل ارائه خواص فیزیکی - مکانیکی مطلوب و مقاومت مناسب در محیط‌های شیمیایی به یکی از پرکاربردترین مواد در حوزه‌های ساختمانی، لوازم خانگی، زبره‌های کفش، چسب‌ها و ... تبدیل شده‌اند. فوم‌های پلی‌یورتانی را می‌توان با گریدهای مختلف با توجه به کاربرد آن و خواص مورد نیاز همچون عایق بودن، ضدسایش بودن، انعطاف‌پذیری، کشسانی، چسبندگی، برگشت‌پذیری، مقاومت در برابر مواد شیمیایی و ... در دانسیته‌های مختلف طراحی کرد.

هدف از این پژوهش، توسعه‌ی پلی‌ال‌های پلی‌استری و پلی‌ال‌های پلیمری پایه استری به منظور جایگزینی با پلی‌ال‌های پلی‌اتری رایج و دستیابی به فوم‌های پلی‌یورتانی با استحکام مکانیکی بالا در عین حفظ انعطاف‌پذیری از یک سو و کاهش هزینه تمام شده از طریق کاهش دانسیته فوم از دیگر سو است.

پیشینه مسئله تحقیقاتی:

فوم های پلی یورتان از جمله موادی هستند که به دلیل ویژگی های قابل کنترل، در صنایع مختلف به کار می روند و در انواع سخت تا انعطاف پذیر و مقاوم در برابر تغییر شکل تولید می شوند. فوم های فلکسی با خاصیت ارتجاعی بالا (HR¹) نوعی از فوم های پلی یورتانی هستند که به دلیل دوام زیاد و توانایی جذب انرژی شناخته می شوند. این فوم ها به طور گسترده در کاربردهایی مانند مبلمان، صندلی های خودرو، تشک ها و تجهیزات ورزشی استفاده می شوند. فوم های HR دارای ظرفیت تحمل بار بالا، بازیابی سریع پس از تغییر شکل و ساختار سلولی یکنواخت هستند که تنفس پذیری و راحتی را بهبود می بخشد.

پلی یورتان از واکنش شیمیایی بین ایزوسیانات ها و پلی ال ها سنتز می شود. دو نوع اصلی پلی ال در سنتز پلی یورتان استفاده می شوند: پلی استر پلی ال ها و پلی اتر پلی ال ها.

پلی اتر پلی ال ها از مهم ترین مواد اولیه در تولید پلی یورتان ها به شمار می روند. یکی از مزایای اصلی پلی اتر پلی ال ها، بخشیدن انعطاف پذیری بالا به فوم های پلی یورتانی است که ریشه در انعطاف پذیری زنجیر اصلی و حضور پیوندهای اتری (-C-O-C-) دارد. وجود گروه های عاملی کم تر در مقایسه با پلی استر پلی ال ها (متوسط تعداد گروه های هیدروکسیل در زنجیر) نیز به دلیل کاهش دانسیته اتصالات عرضی در فوم های پلی یورتانی انعطاف پذیری را افزایش می دهد. این مواد دارای جذب رطوبت پایین و پایداری شیمیایی بالایی در برابر اسیدها و بازها هستند. این ویژگی ها باعث شده اند که پلی اتر پلی ال ها در تولید فوم های انعطاف پذیر برای مبلمان، تشک ها، صندلی های خودرو و صنایع بسته بندی کاربرد گسترده ای داشته باشند.

پلی استر پلی ال ها دسته دیگری از پلی ال های کاربردی در سنتز پلی یورتان ها هستند که از واکنش بین دی اسیدها و دی ال ها به دست می آیند. این مواد به دلیل برخورداری از گروه های استری (-COO-) در زنجیر اصلی و اجزای آلیفاتیک یا آروماتیک ذاتاً سختی

¹ High Resilience

بالتری نسبت به پلی‌اتر پلی‌ال‌ها دارند. همچنین، برهم‌کنش‌های هیدروژنی بین زنجیری در این پلی‌ال‌ها استحکام مکانیکی بالایی به فوم‌های حاوی این مواد می‌بخشد.

پلی‌ال‌های پلیمری نوعی پلی‌ال با وزن مولکولی بالا و ساختار پیچیده هستند که معمولاً شامل گروه‌های هیدروکسیل متعدد می‌باشند. این پلی‌ال‌ها از پلی‌مریزاسیون مونومرهای وینیلی مانند استایرن، وینیل استات، اکریلونیتریل و ... در یک ماتریس پایه (معمولاً پلی‌ال پلی‌اتری) تولید می‌شوند. ساختار آن‌ها شامل ذرات پلیمری پراکنده در یک فاز پلی‌ال است که ترکیبی از ویژگی‌های هر دو را ارائه می‌دهد. پلی‌ال‌های پلیمری به دلیل وجود ذرات پلیمری، خواص مکانیکی، تحمل بار و پایداری حرارتی فوم‌های تولید شده را بهبود می‌دهند.

با وجود مزایای متعدد، پلی‌اتر پلی‌ال‌ها دارای محدودیت‌هایی نیز هستند. یکی از چالش‌های اصلی، مقاومت نسبتاً کم آن‌ها در برابر حرارت است که استفاده از آن‌ها را در برخی کاربردهای خاص محدود می‌کند. همچنین، فوم‌های تولید شده با این مواد در مقایسه با پلی‌استر پلی‌ال‌ها از استحکام مکانیکی و پایداری ابعادی کم‌تری برخوردارند. در کاربردهایی که نیاز به مقاومت بالا در برابر بارهای مکانیکی یا شرایط محیطی دشوار وجود دارد، پلی‌اتر پلی‌ال‌ها ممکن است گزینه مناسبی نباشند. از سوی دیگر، عمده‌ترین تفاوت بین این دو پلی‌ال، قیمت تمام‌شده پایین‌تر نمونه پلی‌استری ناشی از هزینه کم‌تر مواد اولیه و فرآیند تولید آن‌ها است به گونه‌ای که پلی‌استر پلی‌ال‌ها به‌طور میانگین حداقل ۲۰٪ ارزان‌تر از پلی‌اتر پلی‌ال‌ها می‌باشند.

در حال حاضر، تمامی سامانه‌های پلی‌یورتانی مورد استفاده در فوم‌های فلکسی در ایران بر پایه پلی‌اتر پلی‌ال می‌باشند که دانسیته‌ای در محدوده ۳۵ تا ۴۵ kg/m³ دارند. از این رو، این شرکت دانش‌بنیان قصد دارد با هدف بهبود خواص فیزیکی-مکانیکی، به توسعه پلی‌ال‌های پلی‌استری و فلکسی فوم‌هایی بپردازد که در آن‌ها پلی‌اتر پلی‌ال با پلی‌استر پلی‌ال جایگزین شده و دانسیته و هزینه نهایی تولید پایین‌تری نسبت به فوم‌های پلی‌یورتانی فعلی دارد.

مشروح مسئله تحقیقاتی:

در ابتدا و به منظور تولید فوم‌های فلکسی HR با عملکرد بالا، طراحی یک فرمولاسیون دقیق و بهینه جهت سنتز پلی‌استر پلی‌ال ضروری است. این فرمولاسیون می‌تواند شامل مونومرهای دی‌اسیدی مانند آدیپیک اسید (با نقش در افزایش انعطاف‌پذیری و مقاومت هیدرولیزی)، مالئیک انیدرید (برای ایجاد شبکه‌های متراکم‌تر و مقاومت حرارتی بهتر)، و فتالیک انیدرید (برای بهبود سختی و خواص مکانیکی) باشد. از طرف دیگر، مونومرهای دی‌الی و پلی‌الی نظیر اتیلن گلایکول (برای کاهش ویسکوزیته و بهبود انعطاف‌پذیری)، پروپیلن گلایکول (با نقش در افزایش مقاومت به هیدرولیز و خاصیت آب‌گریزی)، پلی‌اتیلن گلایکول، پلی‌پروپیلن گلایکول (برای تنظیم سختی و نرمی)، و گلیسرول (جهت افزایش دانسیته اتصالات عرضی و بهبود خواص مکانیکی) می‌توانند در این فرمولاسیون به کار گرفته شوند. همچنین، مجری طرح می‌تواند از محصولات پلی‌استر پلی‌ال شرکت نیز برای فرمولاسیون استفاده کند.

در مرحله دوم، واکنش پلی‌مریزاسیون مونومر استایرن در حضور پلی‌استر پلی‌ال انجام می‌شود. این فرآیند منجر به تولید ذرات پلیمری پراکنده با اندازه کم‌تر از ۱۰۰۰ میکرومتر در پلی‌ال می‌شود که می‌توانند نقش کلیدی در توزیع یکنواخت فوم، افزایش سختی و کاهش انقباض داشته باشند. علاوه بر این، حضور ذرات پلیمری می‌تواند به کنترل سلول‌های باز و بسته در ساختار فوم کمک کند و ویژگی‌هایی مانند جذب شوک و ارتجاع‌پذیری را بهینه نماید.

در نهایت، باید فرمولاسیون سامانه پلی‌یورتانی برای تهیه فوم فلکسی با دانسیته $35-30 \text{ kg/m}^3$ به‌طور دقیق در مقیاس پایلوت تنظیم و بهینه گردد. این مرحله شامل انتخاب صحیح ایزوسیانات و افزودنی‌هایی نظیر عوامل کاتالیستی، سورفکتانت‌ها، و عوامل فوم‌ساز می‌باشد. بهینه‌سازی نسبت پلی‌ال به ایزوسیانات (معمولاً نسبت NCO/OH) و شرایط فرآیندی نظیر دما، فشار، و زمان واکنش نیز ضروری است. تولید نهایی فوم در دستگاه تزریق صنعتی با کنترل دقیق فرآیند انجام می‌شود. در صورت نیاز، نحوه فرمولاسیون سامانه پلی‌یورتانی برای تهیه فوم فلکسی توسط شرکت به مجری طرح به‌طور کامل ارائه خواهد شد.

چالش نیاز فناورانه:

- جدایش فازی در حین سنتز و پایداری نامناسب در دمای 120°C ناشی از جایگزینی پلی ال های پلی اتری با پلی ال های پلی استری؛
- انتشار بوی شدید در محصول به دلیل تبدیل نشدن کامل مونومر استایرن در حین فرآیند سنتز؛
- جدایش فازی حین سنتز در صورت عدم سازگاری مناسب پلی استر با مونومر استایرن؛
- ایجاد ساختار سلولی بسته ناشی از به کارگیری عوامل فعال سطحی برای پایداری؛
- بیش از ۳٪ انقباض محصول در قالب به دلیل وجود مونومر باقی مانده؛
- حفظ خواص محصول نهایی در مقایسه با نمونه های مشابه خارجی بر پایه پلی اتر پلی ال ها.

گام های تحقیقاتی و الزامات طرح:

گام های تحقیقاتی اصلی طرح پیشنهادی حاضر شامل موارد زیر می باشد:

- سنتز پلی ال های پلی استری، پلیمریک پلی ال و انجام آنالیزهای مشخصه یابی مربوطه:
 - عدد هیدروکسیل دی ال در محدوده $20-280 \text{ mg KOH/g}$
 - ویسکوزیته کم تر از 3500 cps در دمای 60°C
 - پایداری در دمای 120°C تا ۳ روز
 - درصد جامد $25-40\%$
- تهیه و بررسی خواص فوم های HR از پلی ال های سنتز شده در مقیاس آزمایشگاهی:
 - دانسیته $30-35 \text{ kg/m}^3$
 - ساختار سلولی باز
 - میزان انقباض در قالب کم تر از 2.5%

- عدم مکش در قالب حین فرآیند
- ازیاد طول در نقطه پارگی بیش‌تر از ۸۰٪
- سنتز پلی‌ال در مقیاس پایلوت و تهیه و بررسی فوم HR در مقیاس نیمه صنعتی
- تطابق محصول با استانداردهای فوم صندلی خودرو ASTM D3571, ASTM D-3574
- تدوین دستاوردها و تنظیم گزارش دانش فنی.

خروجی نهایی تحقیق:

دستیابی به دانش فنی تولید پلی‌استر پلی‌ال و پلی‌مریک پلی‌ال‌های پایه استری جهت جایگزینی با پلی‌اتر پلی‌ال‌ها (حداقل ۴۰ درصد وزنی) به منظور تولید فوم‌های فلکسی HR با دانسیته $30-35 \text{ kg/m}^3$ در مقیاس پایلوت ۱۰۰ لیتری به همراه تدوین گزارش دانش فنی و ارائه فرمولاسیون‌ها.

تسهیم مالکیت فکری:

مالکیت معنوی: مجری در مالکیت معنوی ناشی از اجرای تحقیق سهیم خواهد بود و انتشار مقاله مشترک توسط مجری و متقاضی در ژورنال‌های داخلی و خارجی، ارائه مقاله کنفرانس‌ها و سمینارها با موافقت و اشاره به نام همه دست‌اندرکاران مجاز خواهد بود.

مالکیت منافع مادی: با توجه به مدل کسب‌وکار شرکت متقاضی، منافع مالی ناشی از توسعه این فناوری قابل اشتراک بین متقاضی و مجری می‌باشد.

نحوه پذیرش:

پذیرش طرح‌ها رقابتی است و از بین پروپوزال‌های دریافتی، موردی که شرایط زیر را داشته باشد، در اولویت خواهد بود:

۱. ترکیب متخصصین تیم پیشنهادی مرتبط باشد.

۲. افراد پیشنهاد شده، دارای سابقه پژوهشی و فنی در آن موضوع باشند.
۳. زمان بندی، هزینه و شرح خدمات، متناسب و مرتبط با پژوهش مورد تقاضا باشد. (در این بخش، مجری می تواند برآورد اولیه خود را اعلام کند اما بدیهی است جزئیات اجرایی در ابتدای امر مشخص نیست و مجری و کارفرما با علم به این موضوع وارد این توافق خواهند شد)
۴. پروپوزال، طبق فرمت پیشنهادی بنیاد، تهیه و از طریق سامانه کاپیر ارسال شده باشد.
۵. فونت حروف و اعداد فارسی B Nazanin و اندازه قلم ۱۳ و فونت حروف و اعداد انگلیسی، Times New Roman و اندازه قلم ۱۱ باشد.

هزینه های قابل قبول:

- ✓ حق التحقیق نیروی انسانی؛
- ✓ تست ها و آنالیزها؛
- ✓ خدمات؛
- ✓ مواد اولیه.

حوزه های اولویت دار:

شیمی و پلیمر

شرایط پیشنهاد دهنده پروپوزال:

پژوهشگر اصلی تیم لازم است عضو هیئت علمی فعال یکی از دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی کشور باشد. پس از دریافت پروپوزال از طریق سامانه، ارزیابی انجام گرفته و در صورت کسب امتیاز بالا، تیم برگزیده جهت مذاکره با بنیاد و شرکت متقاضی دعوت خواهد شد.

فایل‌های پیوست:

[فرم درخواست پیشنهاد \(RFP\)](#)

سقف حمایت:

پژوهش پیشنهاد شده تا سقف ۸۰ درصد توسط بنیاد ملی علم ایران حمایت خواهد شد. بدیهی است که مابقی هزینه‌ها باید توسط شرکت متقاضی پژوهش تامین خواهد شد.

تاریخ فراخوان:

کلیه افراد واجد شرایط به مدت یک ماه از تاریخ انتشار فراخوان یعنی تا ۲۹ بهمن فرصت دارند که پروپوزال خود را از طریق [سامانه کاپیر](#) برای بنیاد ملی علم ایران ارسال نمایند.

شیوه ثبت نام و ارسال درخواست:

پژوهشگران گرامی جهت ثبت نام می‌توانند به [سامانه کاپیر](#) مراجعه و از طریق بخش متقاضیان / پژوهشگران اقدام نمایند. در صورتی که در این سامانه پروفایل مشخصات فردی ندارید، ابتدا ثبت نام نموده و سپس به وسیله نام کاربری (Email) و رمز عبور اعطا شده وارد سامانه شوید. پس از ورود در بخش ارسال طرح جدید می‌توانید از کارتابل پژوهش عمیق شرکت‌های دانش بنیان اقدام به ارسال طرح نمایید.

مسئول پاسخگویی:

در صورت داشتن هرگونه سوال می‌توانید با کارگروه دانش بنیان با ایمیل hatamkhani.a@insf.org و شماره تلفن ۰۲۱۸۲۱۶۱۳۵۰ (آقای حتم‌خانی) تماس بگیرید.



بنیاد ملی علم ایران

تلفن: ۰۲۱ - ۸۲۱۶۱۰۰۰

کدپستی: ۱۴۳۹۶۳۴۶۶۵

تهران، خیابان کارگر شمالی،

بالتر از تقاطع جلال آل احمد، خیابان پنجم، پلاک ۳۳

پست الکترونیکی: info@insf.org