PU
Vol.4, No.16
Iran PU Magazine
نشریه تخصصی انجمن تولیدکنندگان
پلی اورتان ایران
شماره شانزدهم، زمستان ۱۴۰۴

آرین پلی یورتان
پیشرو در فناوری ، پیشتاز در کیفیت

تولیدکننده سیستم‌های پلی یورتان
(دو جزئی پلی ال و ایزوسیانات)

ARIAN
POLYURETHANE

+98 21 8853 1592-4
www.arianpu.com

شرکت دانش بنیان
بسپار فوم غرب

- تولید انواع فوم سرد مبلمان
- تولید فوم سرد صندلی خودرو
- تولید اسفنج در دانسیته‌های مختلف
- تولید فوم تشک خواب
- تولید تشک خواب در سایزهای درخواستی
- تولید مواد اولیه فوم پلی یورتان (Flexible)

شرکت دانش بنیان
بسپار فوم غرب

BASPAR FOAM GHARB

دفتر مرکزی: تهران، منطقه ۲۲، شهرک راه آهن، بلوار جنگلبان ،خیابان قائم دوازدهم، پلاک ۹۷، کد پستی ۱۴۹۴۹۹۴۸۸۴

آدرس کارخانه: استان مرکزی، شهرستان زرندیه، شهرک صنعتی مامونیه ، بلوار صنعت، خیابان چهارم، پلاک ۴۱۷۶، واحد B ۳۰۶، کد پستی ۳۹۴۱۸۹۴۱۷۶

+۹۸۲۱۴۴۷۱۴۱۲۲ +۹۸۲۱۴۴۷۶۳۲۹۴ +۹۸۸۶۴۵۲۵۳۶۹۱-۵

BFGCOSALES SELEN.MATTRESS WWW.BFGCO.COM

Kimiagaran Pasargad

شرکت کیمیاگران پاسارگاد

KIMIAGARANPASARGAD.COM

- تولید انواع پلی‌استر پلی‌ال و سیستم های فوم پلی‌یورتان
- مطابق با استاندارد جهانی

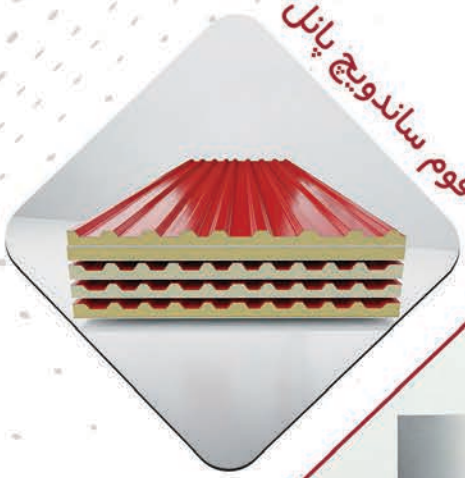
02143694

با ما تماس بگیرید

فوم صندلی خودرو

فوم سرد مبلی

فوم ساندویچ پانل



فوم یخچالی

کیمیاگران پاسارگاد تولید کننده فوم یخچالی

باما فراتر از محدودیت‌ها

Beyound the Limits

اسفنج پلیمر

تولید فوم سرد و اسفنج‌های خاص

دریافت نشان عالی
کیفیت در صنعت
ابر و اسفنج سال ۱۴۰۴

نشان ملی رتبه نخست
رضایت و اعتماد مشتریان
در انتخاب ملی سال ۱۴۰۴

کارخانه مأمونیه

ایران، استان مرکزی، شهرستان زرندیه، شهرک صنعتی مأمونیه، فاز ۱، بلوار صنعت، نبش خیابان ۵

+۹۸ ۸۶ ٤٥٢٥ ٣٩٧٧-٨١

کارخانه زاویه

ایران، استان مرکزی، شهرستان زرندیه، شهرک صنعتی زاویه، بلوار کوشش، خیابان اقاقیا ۳۰۷

+۹۸ ۸۶ ٤٥٢٦ ٨٠٠٠-٣

www.esfangepolymer.com

@Pishropolymerpars1

https://t.me/esfangpolimer

تنها شرکت ارائه‌دهنده ضمانت‌نامه رسمی پنج ساله کیفیت کالا در ایران

مواد اولیه و تجهیزات تخصصی
فوم را اقساطی تهیه کنید

محصولات «گروه صنعتی پنج» در نئومارکت
با امکان دریافت ۷۰٪ وام دو ساله

پرداخت اولیه: ۳۰٪ مبلغ | **تسهیلات: ۷۰٪ وام دو ساله** | **خرید مستقیم از نئومارکت**

مواد اولیه فوم	دستگاه تزریق فوم	انواع هد تزریق	پمپ دوزینگ
فیلتر تیغه‌ای	فلوکانتر	انواع انژکتور هد تزریق	وده‌ها محصول تخصصی دیگر

گروه صنعتی پنج با هدف تسهیل تأمین تجهیزات تخصصی، امکان خرید اقساطی محصولات خود را در نئومارکت فراهم کرده است.
اکنون می‌توانید با حداقل پرداخت اولیه، تجهیزات مورد نیاز خط تولید خود را تهیه نمایید.

+98 936 300 90 99 | شهرک صنعتی صفادشت، بلوار خرداد، یکم غربی، پ ۱۴۴، گروه صنعتی پنج

panjco.com

ما را در نئومارکت جستجو کنید

نئومارکت
neo-market.ir

صاحب امتیاز:
انجمن تولیدکنندگان پلی یورتان ایران

مدیر مسئول:
بهرام مواسات

سردبیر: تبسم علیزادمنیر
سر ویراستار علمی: دکتر علی عباسیان
ویراستار علمی: مهندس شبنم عزالدین

نویسندگان و همکاران این شماره:
مهندس پوریا نفعی، مهندس سانیا باستی، مهندس گلرخ فرد ذوالفقاری، مهندس فائزه نرگسی اعظم، مهندس رویا پورشوشتر، مهندس زهرا اسدی، مهندس شبنم عزالدین، مهندس فرنام نامور

مشاور نشر:
گروه رسانه ای بسپار / ایران پلیمر
www.iranpolymer.com

مدیر تبلیغات:
ملیحه زین العابدینی

مدیر هنری و صفحه‌آرا:
فرنام نامور

سرمقاله
عبور از سالی دشوار، نگاه به آینده‌ای پایدار ۲

گزارش و گفت و گو
تاب‌آوری یا کوچک‌سازی اجباری؟/ روایت صنعت پلی‌یورتان از ریسک‌های ساختاری ۳
اولویت اول ایران، بهینه‌سازی انرژی است، نه اقدامات نمادین زیست‌محیطی ۸
حذف ارز ترجیحی، تصمیمی درست در زمانی نادرست! ۱۲
بومی‌سازی دانش فنی و راهبرد کاربردی در اقتصاد پرریسک/ پلی‌یورتان ایران در مدار بلوغ صنعتی ۱۶

از دنیای پلی‌یورتان‌ها تازه چه خبر؟ ۱۸

چالش عایق‌کاری ساختمان ۲۴
به زودی ۱۶ میلیارد پا به کفش نیاز دارند! ۳۲
کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای با فرمول‌بندی جدید خودرو ۳۶
پوشش‌های مواد نرم‌حس بر روی سطح محصولات پلاستیکی و چشم‌اندازهای کاربردی آن‌ها در زمینه‌های عمومی: مطالعه مروری ۳۹

نشانی دفتر انجمن تولیدکنندگان پلی یورتان ایران:
تهران، خیابان پاسداران، خیابان سروستان چهارم، پلاک ۱۲، واحد ۸، کدپستی: ۱۶۶۱۹۱۷۴۱۳
تلفن: ۰۲۱۲۲۸۵۳۲۳۰ و ۰۲۱۲۲۸۵۷۰۰۰

- مجله در پذیرش یا رد و ویرایش مطالب آزاد است.
- استفاده از مطالب این مجله صرفا با ذکر منبع مجاز بوده و با اهداف اقتصادی و انتفاعی مجاز نیست.

عبور از سالی دشوار، نگاه به آینده‌ای پایدار

صنعت پلی‌یورتان در سالی که گذشت، یکی از پیچیده‌ترین و چالش‌برانگیزترین دوره‌های خود را تجربه کرد. افزایش بهای مواد اولیه، نوسانات شدید نرخ ارز، محدودیت‌های تأمین، فشارهای مالیاتی و کاهش قدرت خرید بازار، باعث شد که سودآوری برای بخش قابل توجهی از فعالان این صنعت به‌سختی محقق شود و در برخی موارد، حفظ تداوم تولید خود به یک دستاورد مهم تبدیل گردد.

بی‌تردید سال جاری، سال آسانی برای صنعت پلی‌یورتان نبود. حاشیه سود محدود، افزایش هزینه‌های تولید و عدم تناسب قیمت فروش با واقعیت‌های اقتصادی، بسیاری از بنگاه‌ها را با تصمیمات دشوار مدیریتی مواجه ساخت. با این حال، آنچه اهمیت دارد، ایستادگی صنعت، حفظ کیفیت، و تداوم فعالیت در شرایط سخت است؛ موضوعی که نشان‌دهنده بلوغ و توانمندی فعالان این حوزه است.

در عین حال، انجمن پلی‌یورتان با نگاهی واقع‌بینانه اما امیدوارانه، معتقد است که سال پیشِ رو می‌تواند نقطه آغاز بهبود تدریجی شرایط باشد. اصلاح نسبی ساختارهای قیمتی، افزایش تعامل میان زنجیره تأمین، توجه بیشتر به بهره‌وری، توسعه محصولات با ارزش افزوده بالاتر و حرکت هدفمند به‌سوی بازارهای جدید، می‌تواند زمینه بازگشت تعادل و سودآوری پایدار را فراهم آورد.

در این مسیر، نقش همکاری صنفی، هم‌افزایی میان اعضا و انتقال تجربیات بیش از پیش پررنگ خواهد بود. انجمن پلی‌یورتان تلاش می‌کند با پیگیری مطالبات صنفی، تقویت ارتباط با نهادهای تصمیم‌گیر، و فراهم‌سازی بستر گفت‌وگوی تخصصی، سهم خود را در کاهش چالش‌ها و هموارسازی مسیر آینده ایفا کند.

باور داریم که عبور از این دوره دشوار، اگرچه هزینه‌بر بوده است، اما می‌تواند مقدمه‌ای برای تصمیم‌گیری‌های هوشمندانه‌تر، ساختارهای کارآمدتر و صنعتی تاب‌آورتر در سال آینده باشد. آینده این صنعت، در گرو نگاه بلندمدت، نوآوری مستمر و اعتماد به توان داخلی است.

امید است با همدلی، صبوری و برنامه‌ریزی دقیق، سال آینده شاهد بهبود فضای کسب‌وکار، افزایش سودآوری منطقی و نقش‌آفرینی مؤثرتر صنعت پلی‌یورتان در اقتصاد کشور باشیم.

جمشید رفیعی

رییس هیات مدیره انجمن پلی‌یورتان

تاب‌آوری یا کوچک‌سازی اجباری؟

روایت صنعت پلی یورتان از ریسک‌های ساختاری

در نشستی تخصصی با حضور تنی چند از اعضای انجمن پلی‌یورتان، چالش‌های ساختاری و روندهای نگران‌کننده این صنعت به بحث گذاشته شد. در این نشست که با حضور جمشید رفیعی، رییس هیات مدیره انجمن یاد شده، سحر بری، دبیر و مجید بادفر رمضانی، مدیرعامل پارسا چرمینه مهرگان و پرسشگری تبسم علیزادمنیر برگزار شد، موضوعاتی همچون ناپایداری تأمین مواد اولیه، پیچیدگی سازوکارهای تخصیص ارز، تک نرخی شدن ارز، تورم، افت سرمایه در گردش و کاهش ظرفیت عملیاتی واحدها و ... در جلسه مطرح شد. گفت و گویی که نشان می‌دهد صنعت پلی‌یورتان، با وجود ظرفیت‌های فنی و مزیت‌های رقابتی، در سال‌های اخیر بیش از آنکه در مسیر توسعه حرکت کند، ناچار به مدیریت بقا و کوچک‌سازی اجباری شده است؛ وضعیتی که برخی از حاضران از آن با عنوان «مدیریت زوال کنترل‌شده» یاد کردند. به اعتقاد اعضای این نشست، بدون اصلاح مکانیزم‌های اجرایی در حوزه ارز، سرمایه‌گذاری در زنجیره بالادستی پلی‌ال و بازتعریف سیاست‌های حمایتی، بازگشت صنعت به مسیر رشد پایدار با چالش جدی مواجه خواهد بود.

رفیعی: در دو سال گذشته، صنعت پلی‌یورتان کشور با دو چالش اساسی مواجه بوده که متأسفانه همچنان تداوم دارد. نخستین چالش، ناپایداری در تأمین مواد اولیه است. هرچند وابستگی به واردات در برخی اقلام کاهش یافته، اما در مواد پایه زنجیره پلی‌یورتان، به‌ویژه بیس‌پلی‌ال‌ها (Polyether Polyols) و برخی اقلام اصلی، وابستگی همچنان بالاست. این مسئله صنعت را در معرض یک ریسک ساختاری قرار داده است. لازم است در

قالب یک رویکرد راهبردی، به‌ویژه با تمرکز بر توسعه صنایع بالادستی، برای آن چاره‌اندیشی شود.
صنعت پلی‌یورتان، صنعتی با ظرفیت رشد بالا و ماهیت ملی است و تأمین مواد پایه آن، سرمایه‌گذاری‌هایی فراتر از توان بخش خصوصی را می‌طلبد. از این‌رو، انتظار می‌رود دولت و مجموعه‌های پتروشیمی با نگاهی کلان‌تر به این حوزه ورود کنند.
در کنار این موضوع، مسئله تخصیص و تأمین ارز نیز طی سال‌های اخیر به یکی از چالش‌های اصلی صنعت تبدیل شده است. به نظر می‌رسد تغییر سازوکارها، از جمله انتقال به تالارهای مختلف ارزی، بدون پرداختن به ریشه‌های اصلی مشکل، صرفاً به تعویق انداختن بحران باشد و نه حل آن. تحلیل ما این است که کمبود و عدم پایداری در عرضه ارز، مستقیما بر تأمین مواد اولیه اثر گذاشته و این چرخه معیوب، نیازمند راه‌حل‌های بنیادی است. نخستین راهکار، تقویت تولید داخلی مواد پایه است؛ اقدامی که هرچه زودتر آغاز شود، زودتر نیز به نتیجه خواهد رسید. این مطالبه‌ای است که باید به‌صورت جدی از دولت و صنایع پتروشیمی پیگیری شود.
دومین راهکار، نگاه راهبردی به صادرات است. در شرایط فعلی، صادرات دیگر یک انتخاب اختیاری نیست، بلکه ضرورتی برای بقای صنعت محسوب می‌شود. صادرات باید به یکی از دغدغه‌های اصلی صنعت پلی‌یورتان تبدیل شود تا از این مسیر، بخشی از فشارهای ارزی و تأمین مالی مدیریت شود. در این زمینه، نقش دولت بسیار کلیدی است. تجربه کشورهای همسایه، از جمله ترکیه، نشان می‌دهد که حمایت هدفمند از حضور شرکت‌ها در نمایشگاه‌های بین‌المللی و کاهش هزینه‌های صادراتی، چگونه می‌تواند به توسعه بازارهای خارجی منجر شود. خوشبختانه در سال‌های اخیر، دانش فنی صنعت پلی‌یورتان در داخل کشور بومی‌سازی شده و مهندسان ایرانی امروز توان تولید محصولاتی را دارند که پیش‌تر صرفاً از طریق واردات تأمین می‌شد. با در اختیار داشتن دانش فنی، نیروی انسانی متخصص، مزیت‌های انرژی و هزینه نیروی کار، زمینه برای توسعه صادرات بیش از هر زمان دیگری فراهم است. در چنین شرایطی، حمایت عملی از صادرات، ارائه تسهیلات هدفمند و ایجاد مشوق‌های واقعی می‌تواند صنعت پلی‌یورتان را به یکی از پیشران‌های اقتصادی کشور تبدیل کند.

در حوزه صادرات، چه میزان از حمایت‌ها و تسهیلات مانند امکان حضور در نمایشگاه‌ها، امکانات لجستیکی و سایر پشتیبانی‌ها اثرگذار بوده است و چه بخش از آن تحت تأثیر شرایط سیاسی کنونی کشور بوده است؟ امسال، به نظر می‌رسد که این شرایط سیاسی نقش قابل توجهی در این موضوع داشته باشد؛ نظر شما چیست؟

رفیعی: این نکته از اهمیت بالایی برخوردار است؛ چراکه هیچ فعال اقتصادی حاضر نیست همه سرمایه و بازار خود را در شرایطی قرار دهد که ثبات لازم وجود ندارد. به بیان ساده، کسی تخم‌مرغ‌هایش را در سبدی نمی‌گذارد که مدام در حال لرزیدن است. تجربه شخصی ما نشان می‌دهد که حتی در مواردی که مذاکرات قیمتی و قراردادی نهایی شده بود، با تشدید بی‌ثباتی‌های اخیر، برخی مشتریان خارجی صراحتاً اعلام کردند که نمی‌توانند به تأمین‌کننده‌ای متکی باشند که احتمال اختلال در تولید یا تحویل دارد.
در این چارچوب، ثبات سیاسی و اقتصادی به یکی از مؤلفه‌های کلیدی توسعه صادرات تبدیل می‌شود. اگرچه در مقطع کنونی، شرایط صادرات از منظر اقتصادی بهبود نسبی پیدا کرده، اما از منظر سیاسی همچنان با تردیدهای جدی از سوی مشتریان خارجی مواجه هستیم. پرسش‌هایی از این دست که آیا تأمین‌کننده ایرانی در میان‌مدت پابرجا خواهد ماند، آیا زیرساخت‌های ارتباطی و لجستیکی دچار وقفه می‌شود یا خیر و آیا ریسک‌های ژئوپلیتیکی بر تداوم همکاری اثر خواهد گذاشت، به‌طور مستمر از سوی بازارهای هدف مطرح می‌شود.
در چنین فضایی، ناچاریم با استفاده از ابزارهای ارتباطی، اعتمادسازی و حضور فعال، نگرانی مشتریان را مدیریت کنیم؛ حتی در شرایطی که خود فعالان اقتصادی نیز از آینده اطمینان کامل ندارند. تجربه نشان داده است که قطع ارتباط برای مدت کوتاه می‌تواند به‌معنای حذف کامل تأمین‌کننده از زنجیره تأمین مشتری باشد. در مقاطعی، برای حفظ این ارتباط، حضور فیزیکی در بازارهای منطقه‌ای و پاسخ‌گویی مستقیم به مشتریان، به یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر تبدیل شده است. این بحث، مسئله تأمین سریع مواد اولیه از داخل کشور به‌عنوان یک اولویت راهبردی مطرح می‌شود. طی سال‌های اخیر، مذاکرات متعددی با مجموعه پتروشیمی کارون انجام شده، اما واقعیت آن است که ظرفیت تولید فعلی این مجموعه در صورت تخصیص کامل به صنعت پلی‌یورتان، تنها بخش محدودی از نیاز بازار را پوشش می‌دهد. برآوردها نشان می‌دهد که این ظرفیت، در بهترین حالت، پاسخگوی حدود یک‌هشتم نیاز واقعی صنعت است، در حالی که تقاضا چندین برابر این میزان برآورد می‌شود.
در خصوص برخی اقلام مانند TDI، اگرچه بخش قابل توجهی از نیاز در مقاطعی تأمین شده، اما همچنان در دوره‌های زمانی خاص، با محدودیت عرضه مواجه هستیم. این موضوع نشان می‌دهد که تأمین پایدار مواد اولیه، نیازمند نگاه حاکمیتی، سرمایه‌گذاری هدفمند و اجرای طرح‌های توسعه‌ای جدید در صنایع بالادستی است. طرح‌هایی که اگرچه بخشی از آن‌ها در دستور کار قرار گرفته، اما تا دستیابی به تعادل میان عرضه و تقاضا، فاصله قابل توجهی وجود دارد.

بری: علاوه بر چالش‌های تأمین، کمبود سرمایه و ضعف در سازوکارهای تأمین مالی نیز به یکی از موانع جدی توسعه صنعت پلی‌یورتان تبدیل شده است. در مقاطعی، پیشنهادهایی از سوی انجمن مطرح شد مبنی بر پیش‌فروش محصولات و مشارکت فعالان صنعت در تأمین سرمایه مورد نیاز برای توسعه ظرفیت‌ها، اما در عمل، این مدل‌های مشارکتی به‌دلیل نبود تعهد پایدار و ریسک‌های موجود، به مرحله اجرا نرسید.
در شرایط فعلی، مطالبه اصلی صنعت، سرمایه‌گذاری بلندمدت در طرح‌های توسعه‌ای و به‌ویژه در صنایع پتروشیمی بالادستی است. تمرکز این مطالبه بیش از همه بر زنجیره پلی‌ال قرار دارد. هرچند بخش محدودی از نیاز بازار در داخل کشور تأمین می‌شود، اما در مجموع، پلی‌ال همچنان کالایی کاملاً وارداتی است و وابستگی صددرصدی به خارج از کشور دارد. در این راستا، مذاکراتی با شرکت ملی صنایع پتروشیمی (NPC) و همچنین پتروشیمی مارون انجام شده است، اما تاکنون به مرحله تولید نرسیده است. دلیل اصلی این موضوع، نبود صرفه اقتصادی از منظر سرمایه‌گذاران عنوان می‌شود؛ چراکه تونـاژ تقاضای داخلی برای پلی‌ال در مقایسه با سایر محصولات پتروشیمی پایین ارزیابی شده و این مسئله جذابیت سرمایه‌گذاری جدید را کاهش داده است. این در حالی است که چالش اصلی صنعت، نه محدودیت خوراک، بلکه کمبود سرمایه‌گذاری هدفمند در زنجیره ارزش پلی‌یورتان است. تا زمانی که نگاه کلان و حاکمیتی به توسعه این زنجیره شکل نگیرد و حمایت‌های لازم برای جبران ریسک سرمایه‌گذاری فراهم نشود، اجرای طرح‌های جدید در حوزه پلی‌ال و سایر مواد پایه با موانع جدی مواجه خواهد بود.

رفیعی: برای روشن‌تر شدن موضوع تأمین بیس‌پلی‌ال، لازم است به زنجیره تولید آن اشاره شود. تولید بیس‌پلی‌ال مستلزم دسترسی پایدار به پروپیلن‌اکساید (PO) است و تولید PO نیز به پروپیلن وابسته است. چالش اساسی در این بخش آن است که تولید پروپیلن در داخل کشور متناسب با نیاز موجود نیست و عملا عرضه آن با صف‌های طولانی و تخصیص‌های مقطعی انجام می‌شود. به‌گونه‌ای که به محض تولید، پروپیلن جذب بازارهای موجود می‌شود و امکان برنامه‌ریزی پایدار برای واحدهای پایین‌دستی فراهم نیست.

بدیهی است اگر واحدی قصد ورود به تولید پلی‌اترپلی‌ال را داشته باشد، باید از سطوح بالادستی زنجیره، سهمیه‌ای قطعی و تضمین‌شده دریافت کند تا در هر شرایطی از تأمین خوراک خود مطمئن باشد. هرچند اعلام شده ظرفیت تولید پروپیلن در حال افزایش است، اما تاکنون تضمین مشخص و عملیاتی در این زمینه ارائه نشده است.

در حال حاضر، حتی در مواردی که برخی واحدها اقدام به واردات PO کرده‌اند، توجیه اقتصادی تولید به‌دلیل افزایش قیمت تمام‌شده از بین رفته است. در چنین شرایطی، تنها در صورت تخصیص یارانه یا مشوق‌های هدفمند، می‌توان به استفاده از این مسیر به‌عنوان راه‌حل موقت امیدوار بود.

در کنار تأمین مواد اولیه و توسعه صادرات به‌عنوان دو محور اصلی، بحث تعرفه‌ها به‌عنوان سومین ابزار کلیدی حمایت از صنعت پلی‌یورتان مطرح است. موضوعی که پیگیری آن حتی به پیش از تشکیل انجمن پلی‌یورتان بازمی‌گردد. از همان سال‌های ابتدایی، مؤسسان انجمن به‌صورت فردی و سپس جمعی، بارها این مطالبه را در وزارتخانه‌های ذی‌ربط مطرح کردند که در شرایطی که تولید داخلی وجود دارد، واردات بی‌ضابطه محصولات نهایی، انگیزه هرگونه سرمایه‌گذاری را از بین می‌برد.

بر همین اساس، انجمن پلی‌یورتان با اجماع اکثریت اعضا، تصمیم گرفت این موضوع را به‌صورت ساختاری و قانونی پیگیری کند. تأکید انجمن هرگز بر ممنوعیت واردات نبوده، بلکه درخواست اصلی، ایجاد تفاوت تعرفه‌ای معنادار برای حمایت از تولید داخلی بوده است؛ چراکه تعرفه، یکی از ساده‌ترین و مؤثرترین ابزارهای حمایتی در سیاست صنعتی به‌شمار می‌رود. در این مسیر، انجمن تمامی مراحل قانونی را طی کرده است؛ از ارائه مستندات فنی و تفکیک ماهیتی محصولات در گمرک، تا اخذ تأییدیه‌های تخصصی و پیگیری موضوع در وزارت صمت و حتی کمیسیون‌های تخصصی مجلس. با وجود دستور صریح برخی مراجع تصمیم‌گیر، اجرای این مصوبه بیش از دو سال به تعویق افتاده و این تأخیر، فشار مضاعفی را بر واحدهای تولیدی وارد کرده است.

(پیگیری های مجله پلی یورتان از دفتر صنایع شیمیایی و پلیمری وزارت صمت نشان می دهد در سال جاری نیز مهلت اعمال و تصحیح تعرفه به اتمام رسیده و درخواست انجمن بدون اعلام دلایل روشن، همچنان معلق باقی مانده ست.)

امروز بسیاری از اعضای انجمن با ظرفیت‌هایی کمتر از ۳۰ درصد فعالیت می‌کنند، در حالی که محصولات نهایی مشابه به‌راحتی وارد کشور می‌شود. این در شرایطی است که سرمایه‌گذاری، اشتغال و زیرساخت تولید در داخل شکل گرفته، اما ابزارهای حمایتی لازم به مرحله اجرا نرسیده است. از همین رو، انجمن ناچار شده است موضوع را از مسیرهای نظارتی نیز پیگیری کند تا تکلیف این مطالبه صنفی روشن شود.

در نهایت، ارزیابی در این سال، تقریباً هیچ طرح توسعه‌ای اجرا نشد، کارخانه جدیدی به بهره‌برداری نرسید و تنوع محصول و تیراژ تولید افزایش نیافت. آنچه اتفاق افتاد، صرفاً تلاش بنگاه‌ها برای حفظ بقا و ادامه فعالیت در حداقل ظرفیت ممکن بود؛ تاب‌آوری‌ای که بیش از آنکه نشانه پایداری باشد، بیانگر فشارهای انباشته بر صنعت است.

گزارش اخیر مرکز پژوهش‌های اتاق بازرگانی نشان می‌دهد که واحدهای صنعتی با استفاده از کمتر از ۴۰ درصد ظرفیت خود، توانسته‌اند فعالیت خود را ادامه دهند. هرچند این وضعیت از منظر اداره، با عنوان «بقا و حفظ واحد صنعتی» توصیف می‌شود، اما واقعیت امر این است که چنین عملکردی بیشتر به معنای عقب‌نشینی و صرفاً تاب‌آوری محدود است، نه رشد و توسعه واقعی.

در وضعیت فعلی بنگاه‌ها با عنوان «تاب‌آوری» یاد می‌شود، اما لازم است این مفهوم به‌درستی تعریف و بازخوانی شود. تاب‌آوری به‌معنای حفظ سطح فعالیت و ظرفیت موجود است. یعنی بنگاهی که با ۱۰ واحد فعالیت می‌کرده، همچنان همان ۱۰ واحد را حفظ کرده باشد. در حالی که واقعیت صنعت پلی‌یورتان در سال‌های اخیر، بیش از آنکه بیانگر تاب‌آوری باشد، نشان‌دهنده عقب‌گرد و کوچک‌سازی اجباری است.

در عمل، بسیاری از واحدهایی که پیش‌تر با ۱۰ واحد ظرفیت فعالیت می‌کردند، امروز به ۵ یا حتی ۴ واحد کاهش یافته‌اند. این کاهش، صرفا محدود به ادراک فعالان صنعتی نیست، بلکه در داده‌ها و گزارش‌های نهادهای مالی و نظارتی کشور نیز به‌وضوح قابل مشاهده است. شواهد میدانی از سازمان‌های مالیاتی نشان می‌دهد که افت فروش و کاهش سودآوری، به یک روند فراگیر در میان بنگاه‌ها تبدیل شده است.

بر اساس اظهارات ممیزان مالیاتی، بخش عمده‌ای از شرکت‌ها در برخی برآوردها تا حدود ۹۰ درصد با کاهش مستمر فروش نسبت به سال‌های قبل مواجه بوده‌اند؛ روندی که نه‌تنها سودآوری، بلکه توان سرمایه‌گذاری مجدد، توسعه محصول و حتی حفظ ظرفیت موجود را تحت تأثیر قرار داده است. در چنین شرایطی، ادامه فعالیت بنگاه‌ها بیشتر از جنس بقا در حداقل ممکن بوده تا حفظ موقعیت یا رشد.

از این منظر، آنچه امروز در صنعت پلی‌یورتان تحت عنوان تاب‌آوری مطرح می‌شود، در واقع مدیریت زوال کنترل‌شده است؛ وضعیتی که اگرچه مانع توقف کامل فعالیت‌ها شده، اما هم‌زمان ظرفیت‌های تولیدی، اشتغال و توان رقابتی صنعت را به‌تدریج فرسوده است. بازتعریف این مفهوم و پذیرش واقعیت‌های آماری، نخستین گام برای طراحی سیاست‌های اصلاحی و خروج از چرخه کوچک‌سازی خواهد بود.

بری: صنعت پلی‌یورتان امروز در نقطه‌ای ایستاده است که از منظر جهانی، یک فرصت راهبردی به‌شمار می‌رود. پلی‌یورتان در حال تبدیل‌شدن به یکی از مواد پرکاربرد و جایگزین در صنایع مختلف، به‌ویژه صنایع استراتژیک است و در بسیاری از کاربردها جایگزین مواد سنتی شده است. این روند، همسو با ترندهای جهانی، موقعیت تازه‌ای را پیش روی تولیدکنندگان داخلی قرار داده است؛ به‌ویژه آنکه در یک دهه گذشته، صنعت پلی‌یورتان ایران از مرحله واردات صرف عبور کرده و به مرحله تولید داخلی رسیده است.

با وجود این فرصت، صنعت با مجموعه‌ای از چالش‌های ساختاری مواجه است. انجمن پلی‌یورتان برای سال ۱۴۰۴، با رویکردی پژوهش‌محور و مبتنی بر روش‌های مدرن تحلیل مسائل، اقدام به شناسایی و اولویت‌بندی چالش‌های صنعت کرد. در این فرآیند، با مشارکت همه اعضا، درخت مسائل صنعت ترسیم و چالش‌ها در طول زنجیره ارزش از تأمین مواد اولیه و تولید تا توزیع، فروش و صادرات دسته‌بندی شد. در گام بعد، مسائل شناسایی‌شده بر اساس معیارهایی همچون قابلیت حل، امکان مذاکره،

گستره تأثیر بر اعضا و جذابیت برای سیاست‌گذار، اولویت‌بندی شدند. نتیجه این اجماع کارشناسی، تمرکز انجمن در سال ۱۴۰۴ بر چند محور اصلی بود: پیگیری مشکلات تخصیص ارز و ثبت سفارش، تأمین مواد اولیه، ارتقای دانش فنی مصرف‌کنندگان پایین‌دست و توسعه صادرات.

در حوزه تخصیص ارز، انجمن انرژی قابل‌توجهی صرف کرد. از مرحله ثبت سفارش که با محدودیت‌های سقف مصرف ارزی و طولانی‌شدن فرآیند اولویت‌بندی همراه بود، تا پیگیری تخصیص‌ها، مشکلات متعددی وجود داشت. انجمن با جمع‌آوری مستندات اعضا و ارائه داده‌های تجمیعی، تلاش کرد این اطلاعات را در اختیار وزارت صمت و مراجع تخصیص قرار دهد. در مقاطعی، این پیگیری‌ها به بهبود نسبی وضعیت انجامید، اما با تغییر سازوکارها و اجرای سیاست‌های جدید ارزی، بخشی از این تلاش‌ها عملاً بی‌اثر شد و امکان مداخله مؤثر از اختیار انجمن خارج گردید.

در چنین شرایطی، انجمن نقش خود را از حل مسئله به مدیریت چالش و کاهش ریسک برای اعضا تغییر داد. اطلاع‌رسانی پیش‌دستانه، تلاش برای جلوگیری از دپوی کالا در گمرکات، پیگیری تسریع تخصیص برای کالاهای ترخیص‌شده و هماهنگی میان اعضا، بخشی از اقداماتی بود که با هدف کاهش تبعات تصمیمات کلان انجام شد. با این حال، در برخی مقاطع، تغییرات ناگهانی سیاستی مانند یکسان‌سازی نرخ ارز باعث شد حتی این مسیرهای پیشگیرانه نیز به نتیجه نرسد.

در کنار این محدودیت‌ها، انجمن تمرکز خود را بر حوزه‌هایی گذاشت که کنترل و امکان اقدام درون‌صنفی در آن‌ها وجود داشت. یکی از مهم‌ترین این محورها، ارتقای کیفیت و نزدیک‌شدن به استانداردهای جهانی بود. در این راستا، با همت کمیسیون فنی انجمن، استاندارد فوم فلکسیبل برای صنعت مبلمان تدوین و در مسیر تبدیل‌شدن به استاندارد اجباری ملی قرار گرفت. همچنین، تدوین استاندارد فوم‌های سخت برای صنعت یخچال انجام شد و برنامه‌های آموزشی، آگاه‌سازی و اجرای دوره‌های تخصصی برای مصرف‌کنندگان پایین‌دست در دستور کار قرار گرفت.

از دیگر اقدامات، تهیه محتوای آموزشی تصویری و عملیاتی از روش‌های استاندارد تولید و مصرف بود؛ محتوایی که با هدف انتقال دانش فنی و کاهش خطاهای کاربردی، از طریق بسترهای دیجیتال در اختیار مصرف‌کنندگان قرار خواهد گرفت. این اقدامات، بخشی از راهبرد انجمن برای استفاده حداکثری از ظرفیت‌های درونی صنعت در شرایط محدودیت‌های بیرونی است.

در حوزه توسعه مواد اولیه، اگرچه این موضوع به‌عنوان یکی از مسائل کلیدی در «درخت مسائل» شناسایی شد، اما فشارهای روزمره بنگاه‌ها و محدودیت‌های اجرایی، مانع پیشرفت کامل برخی برنامه‌ها در سال ۱۴۰۴ شد. از جمله، طرح‌هایی مانند خرید تجمیعی مواد اولیه و تأسیس تعاونی تخصصی، به سال ۱۴۰۵ موکول شد. همچنین، در حوزه صادرات، کارگروه تخصصی صادرات در انجمن شکل گرفت تا قوانین، مقررات و موانع قابل اصلاح شناسایی و برای مطالبه‌گری هدفمند در سال آینده آماده شود.

در مجموع، برداشت انجمن از مفهوم تاب‌آوری در شرایط فعلی، حرکت به سمت اقدامات شدنی و درون‌زا است؛ اقداماتی که وابستگی کمتری به تصمیمات بیرونی دارند و می‌توانند در کوتاه‌مدت، از فرسایش بیشتر صنعت جلوگیری کنند. در شرایطی که اتصال بسیاری از مطالبات به سطوح تصمیم‌گیری دولتی دشوار شده، تمرکز بر هماهنگی میان اعضا، ارتقای استانداردها، انتقال دانش و مدیریت جمعی چالش‌ها، به‌عنوان مسیر واقع‌بینانه تاب‌آوری صنعت پلی‌یورتان تعریف شده است.

حرکت به سمت ارز تک‌نرخی مانند سایر بخش‌های تولید، برای واحدهای صنعتی نیز چالش‌هایی ایجاد کرده است. آیا انجمن یا واحدهای صنعتی برنامه‌ای برای بهره‌گیری از این حمایت دارند و آیا تاکنون اطلاع‌رسانی یا اقدام اجرایی مشخصی از سوی دولت در این زمینه انجام شده است؟

رفیعی: یکی از چالش‌های جدی که تولیدکنندگان صنعت پلی‌یورتان با آن مواجه هستند، دسترسی محدود به تسهیلات بانکی و حمایت‌های مالی دولت است. انجمن و اعضا با بررسی‌های میدانی دریافته‌اند که محل مراجعه و مسیر اجرایی این تسهیلات هنوز شفاف و عملیاتی نشده است. بانک مرکزی باید به بانک‌های عامل دستور دهد تا سقف تسهیلات را افزایش دهند و معیارهای مشخصی برای اختصاص آن به واحدهای تولیدی، با توجه به پروانه و ظرفیت واقعی هر واحد، تعیین شود.

مشکل به‌ویژه برای شرکت‌های کوچک و متوسط حاد است. واحدهای بزرگ، حتی در شرایط محدود، بخش قابل توجهی از منابع را جذب می‌کنند و این باعث می‌شود که بخش کوچکتر صنعت عملاً چیزی دریافت نکند. به تعبیر یکی از فعالان، صنایع کوچک با این سیاست‌ها مانند «گوشتی که از وسط بریده شده و نصف آن بیرون انداخته شده» مواجه می‌شوند؛ منابع مالی و سرمایه‌های آنها به شدت کاهش یافته و توان عملیاتی‌شان محدود شده است.

نمونه ملموس این وضعیت، کاهش محسوس ظرفیت تولید است: موجودی کالا در اوایل سال ۱۴۰۳ حدود ۱۰۰ میلیون کیلوگرم بود، اما اکنون به تنها ۳۰ میلیون کیلوگرم رسیده است. اگرچه ممکن است سود حاصل از هر واحد محصول قابل محاسبه باشد، اما کاهش حجم تولید به معنای خسارت واقعی و از بین رفتن بخش قابل توجهی از سرمایه صنعتگران است؛ درست همانند فروشنده‌ای که یک کیلو طلا در ابتدای سال داشته و در پایان سال تنها ۹۰۰ گرم باقی مانده است.

این وضعیت نشان می‌دهد که بدون شفاف‌سازی مسیر تخصیص تسهیلات، افزایش سقف اعتبارات و اولویت‌بندی حمایت‌ها برای واحدهای کوچک و متوسط، بسیاری از بنگاه‌های صنعت پلی‌یورتان قادر به حفظ فعالیت‌های خود نخواهند بود و تاب‌آوری واقعی صنعت به خطر می‌افتد.

بری: یکی از شاخص‌های حیاتی سلامت و تاب‌آوری صنعت پلی‌یورتان، چرخش سرمایه در گردش شرکت‌هاست. در سال‌های گذشته، بنگاه‌های فعال صنعت، سرمایه در گردش خود را به طور متوسط پنج تا شش بار در سال گردش می‌دادند؛ این گردش مالی به شرکت‌ها امکان می‌داد که مواد اولیه را تأمین کنند، تولید را ادامه دهند و پاسخگوی نوسانات بازار باشند. با این حال، در سال جاری، شدت محدودیت‌ها و مشکلات مالی باعث شد این شاخص به شدت کاهش یابد و بسیاری از شرکت‌ها تنها یک یا دو بار در سال بتوانند سرمایه در گردش خود را بچرخانند. کاهش این شاخص نه‌تنها توان عملیاتی و تولید را محدود کرده، بلکه ظرفیت بنگاه‌ها برای پاسخ به تقاضا و ورود به پروژه‌های توسعه‌ای را نیز کاهش داده است. به بیان ساده، سرمایه در گردش کم، به معنای کاهش انعطاف و تاب‌آوری واقعی شرکت‌هاست و وضعیت فعلی، یک هشدار جدی برای آینده توسعه صنعت پلی‌یورتان محسوب می‌شود.

رفیعی: یکی از چالش‌های اساسی صنعت پلی‌یورتان در سال جاری، پیچیدگی سیستم ثبت سفارش و تخصیص ارز است. با وجود نزدیک شدن نرخ ارز آزاد و ارز تالار دو، اجرای سیستم فعلی همچنان باعث ایجاد صف‌ها، محدودیت‌ها و رانت‌های غیرضروری می‌شود. فعالان صنعت

می‌گوینـد که وقتی واحد تولیـدی نداند چه زمانی و چـه میزان کالایی می‌تواند خریـداری کند، عملاً امکان برنامه‌ریزی و بهره‌وری از سـرمایه در گردش خود را از دسـت می‌دهد. تجربه سـال جاری نشان داده است که حتی کالاهای حیاتی و تک‌جزئی، مانند موکا برای تولید الاسـتومر، به دلیل پر شدن سهمیه‌ها توسط شـرکت‌های بازرگانی، برای تولیدکنندگان واقعی قابل دسـترس نبوده و این محدودیت‌ها عملاً توان عملیاتی و تولید را کاهش داده است.

در چنین شـرایطی، انجمن پیشنهاد کرده است که برای سال آینده، سیستم ثبت سـفارش برداشته شود و تخصیص ارز مسـتقیماً بر اساس ظرفیت و توان مالی واحدهای تولیدی انجام گیرد. به بیان سـاده، اگر یک شـرکت امروز پول و منابع کافی دارد، باید بتواند به راحتی کالای مورد نیاز خود را تأمین کند، بدون آنکه در صف‌های طولانی و پیچیدگی‌های اداری گیر کند. بر اساس شواهد، تفاوت واقعی بین نرخ ارز آزاد و ارز تالار دو اکنون بسیار کم اسـت و ادامه اجرای سیستم ثبت سفارش، تنها فرسایش و سردرگمی تولیدکنندگان را تشـدید می‌کند. فعالان صنعـت معتقدند که اجرای این رویکرد نه تنها روند تولید را روان می‌کند، بلکه رانت‌ها و سوءاسـتفاده‌ها را کاهـش می‌دهد و زمینه را برای یک پیش‌بینی مالی و برنامه‌ریزی واقعی فراهم می‌کند. با این تغییر، شـرکت‌ها قادر خواهند بود سرمایه در گردش خود را مؤثرتر مدیریت کرده و برای سـال آینـده، تولید و صادرات را به شکل پایدارتری برنامه‌ریزی کنند. یکی از پیامدهای مهم اصلاح اقتصادی اخیر، روشـن شدن این نکته اسـت که تغییر عددی نرخ ارز یا سقف‌ها به تنهایی کافی نیسـت. انجمن پلی‌یورتان تأکید دارد که اصلاح واقعی باید مکانیزم اجرایی و فرآیند اسـتفاده از منابع را نیز پوشش دهد. به بیان دیگر، مصرف‌کننده کالا یا ارز باید بداند چه زمانی می‌تواند خرید کند، چه میزان امکان خرید دارد و چگونه گردش مالی او امکان تأمین مواد اولیه را فراهم می‌کنـد. در صنعت پلی‌یورتان، که یک صنعـت حجمی و کوتاه‌مدت در پروسه تولید اسـت، این موضوع حیاتی است. برای مثال، یک کانتینر مواد اولیه ممکن است بیش از ۳ میلیارد تومان ارزش داشته باشد و اگر خرید کل سـال به یک زمان محدود شود، مدیریت تولید و نقدینگی برای شرکت‌ها غیرممکن می‌شـود. به همین دلیل، انجمن پیشنهاد کرده است که خریدها به چند مرحله تقسیم شـوند تا شرکت‌ها بتوانند آنها را به‌صورت عملیاتی مدیریت کنند و فرآیند تولید دچار اختلال نشود.

در غیر این صورت، حتی با وجود اصلاح اقتصادی، همان مشکلات گذشته تکرار خواهند شـد: اختلاف نرخ ارز آزاد و ارز تالار دو، کمبود مواد اولیه، توقف تولید و فشار بر نقدینگی شرکت‌ها. بنابراین، برای سال ۱۴۰۵، اصلاح مکانیزم اجرایی به انـدازه اصلاح عددی نرخ‌ها اهمیـت دارد و بدون آن، اصلاح اقتصادی به تنهایی نمی‌تواند مشکلات اساسی صنعت را برطرف کند.

رمضانی: یکی از چالش‌هـای جدی صنعت پلی‌یورتان کـه کمتر به آن پرداخته شده، از دست رفتن مشـتریان داخلی و خارجی به دلیل بی‌ثباتی در تأمین مواد اولیه بود. در موارد متعددی، مشـتریان شناخته‌شده و حتی برندهای فعال در بازار، به دلیل ناپایداری در زنجیره تأمین، ناچار شـدند خطوط تولید خـود را تغییر دهند یا به‌طور موقـت از برخی محصولات صرف‌نظر کنند. این وضعیت، علاوه بر ایجاد فشـار مستقیم بر تولیدکننده، باعث شد مشـتریانی که با زحمت فراوان ایجاد شـده بودند، به‌تدریج از دست بروند؛ موضوعی که در نهایت به زیان کل اقتصاد کشور تمام می‌شود. در این میان، فرآیندهای اداری پیچیده، ثبت سـفارش‌های فرسایشـی و تصمیم‌گیری‌های سـلیقه‌ای عمـلاً به نوعی «خودتحریمی» منجر شـد. مواردی وجود داشـت که مواد اولیه وارد کشـور شـده و حتی از سوی تولیدکننـده خارجی مورد تأیید قرار گرفته بود، اما به دلیل محدودیت‌های داخلی، ماه‌هـا در گمرک متوقف ماند. این توقف‌هـا نه‌تنها باعث خواب سـرمایه و افت کیفیت مواد می‌شـد، بلکه برنامه‌ریزی تولید را نیز مختل می‌کرد.

از سـوی دیگر، صنعت پلی‌یورتان با سـاختاری حجمی و دارای چرخه تولید کوتاه‌مدت، امکان خرید یک‌جای مواد اولیه برای کل سـال را ندارد. تولیدکننده ناچار اسـت خریدهـای خود را در چند مرحله و متناسـب با گردش نقدینگی انجام دهد. با این حال، سـازوکار فعلی ثبت سـفارش و تخصیـص ارز، این واقعیت صنعتی را نادیده گرفته و موجب انباشـت پرونده‌ها، بازگشـت مکرر درخواست‌ها به صف و در نهایت توقف تولید شده است.

پیامد این شـرایط، تنها به کاهش تولید محدود نماند بلکه جایگاه حرفه‌ای تولیدکننده نیز آسـیب دید؛ به‌ویژه در دوره‌ای که اختلاف نرخ ارز آزاد و ارز رسمی، فضای سوءبرداشت درباره سودآوری غیرواقعی تولیدکنندگان ایجاد کرده بود. در حالی که حاشـیه سـود واقعی ایـن صنعت محدود و رقابتی است، چنین تصوری به افزایش فشارهای نظارتی و مالیاتی انجامید. در کنار این مسـائل، فشـار نهادهای مالیاتی و تأمین اجتماعی، بدون در نظر گرفتن شـرایط واقعی تولید، بار مضاعفی بر دوش واحدهای تولیدی گذاشت. تغییر مکرر ممیزان، بازگشت به پرونده‌های سنوات گذشته و نگاه صرفاً درآمدمحور، باعث شد بخش قابل توجهی از انرژی مدیران صنعتی به جای توسعه و نوآوری، صرف پاسخ‌گویی اداری شود.

نتیجه مجموع این عوامل، کاهش انگیزه سـرمایه‌گذاری، توقف طرح‌های توسـعه‌ای و حتی دلسرد شدن نسـل بعدی از ورود به عرصه تولید بود؛ مسـئله‌ای که آثار آن در بلندمدت، به‌مراتب عمیق‌تر از مشکلات مقطعی اقتصادی خواهد بود.

با این حال، آنچه موجب تداوم فعالیت بسیاری از واحدها شد، نه حمایت سـاختاری، بلکه تاب‌آوری فردی، مدیریت بحران، تعهد به نیروی انسانی و اتکا به سـرمایه اجتماعی و اخلاق حرفه‌ای بـود. این تاب‌آوری اگرچه مانع فروپاشـی کامل شـد، اما نمی‌تواند جایگزیـن اصلاحات واقعی در سیاسـت‌گذاری و اجرا باشد. در نهایت، تجربه سـال‌های اخیر نشان داد که اصلاح اقتصادی بـدون اصلاح فرآیندهای اجرایی، نتیجه‌ای جز تکرار بحران نخواهد داشـت. صنعت پلی‌یورتان برای ادامه حیات و ایفای نقش خود در تولید، اشتغال و صادرات، بیش از هر چیز به ثبات، پیش‌بینی‌پذیری و احترام به جایگاه تولیدکننده نیاز دارد.

گفت و گو با دکتر محمد برمر، عضو هیئت علمی پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران در تاکید بر توسعه صنعت پلی یورتان:

اولویت اول ایران، بهینه‌سازی انرژی است، نه اقدامات نمادین زیست‌محیطی

در میان شاخه‌های متنوع مهندسی پلیمر، پلی‌یورتان یکی از پیچیده‌ترین و در عین حال چندوجهی‌ترین خانواده‌های مواد پلیمری به شمار می‌رود، موادی با دامنه کاربرد گسترده، از فوم‌های انعطاف‌پذیر و سخت تا پوشش‌ها، چسب‌ها، الاستومرهای مهندسی و عایق‌های پیشرفته. با وجود این ظرفیت گسترده، صنعت پلی‌یورتان ایران همچنان با چالش‌هایی ساختاری در آموزش، تکمیل زنجیره تأمین مواد اولیه، تجاری‌سازی پژوهش و همگرایی دانشگاه و صنعت مواجه است.

دکتر محمد برمر، عضو هیئت علمی پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، از جمله پژوهشگرانی است که تمرکز علمی و آموزشی خود را بر این حوزه تخصصی قرار داده است. وی در این گفت‌وگو، از مسیر ورود خود به دانش پلیمر، شکل‌گیری تمرکز پژوهشی‌اش بر پلی‌یورتان و همچنین چالش‌های ساختاری آموزش و توسعه این صنعت در کشور سخن می‌گوید.

برمر: تحصیلات خود را در مقطع کارشناسی در رشته مهندسی پلیمر ـ صنایع پلیمر آغاز کردم و در ادامه، در مقطع کارشناسی ارشد نیز مسیر خود را در حوزه مهندسی پلیمر ادامه دادم.

آشنایی تخصصی من با حوزه پلی‌یورتان به‌تدریج و در مراحل بعدی شکل گرفت. در آن زمان، تمرکز آموزش‌های دانشگاهی عمدتا بر پلیمرهای متداول بود و پلی‌یورتان به‌عنوان یک حوزه مستقل و راهبردی کمتر مورد توجه قرار می‌گرفت. همین کمتر شناخته‌شده بودن، در کنار ظرفیت‌های فنی و صنعتی قابل توجه این خانواده پلیمری، موجب شد

به‌مـرور این حوزه برای من جذاب‌تر شـود و آن را به‌عنوان زمینه اصلی فعالیت‌های پژوهشی و آموزشی خود انتخاب کنم.
در ادامه، حضور در پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران و تعامل با اساتید و پژوهشـگران این مجموعه خصوصا مرحوم دکتر باریکانی که به نوعی پدر این دانش در کشـور شناخته می شـوند، نقش مهمی در تثبیت این مسـیر داشـت. پلی‌یورتان‌ها به‌عنوان یکی از پویاترین شاخه‌های علم و صنعـت پلیمر، هم از منظر علمی و هم از نظـر تنوع کاربردهای صنعتی، ظرفیت‌های گسـترده‌ای دارند و همین ویژگی‌ها سبب شد تمرکز اصلی فعالیت‌های من به‌مرور بر این حوزه قرار گیرد.

پلی‌یورتان- از نگاه شما مهم‌ترین چالش آموزش و پژوهش پلی‌یورتان در ایران چیست؟ کمبود زیرسـاخت، منابع علمی، ارتباط با صنعت یا عوامل دیگر؟ تا چه اندازه محتوای آموزشـی فعلی را هم‌راستا با نیازهای واقعی صنعت می‌دانید؟

برمر: متاسـفانه مراکز دانشـگاهی فعال در حوزه پلی‌یورتان در کشـور گسـترده نیسـتند و آموزش این حوزه به‌صورت محدود و پراکنده انجام می‌شود. با این حال، یکی از چالش‌های اساسی‌تر، مسئله تأمین مواد اولیه اسـت که نقش پررنگی در کند شـدن روند آموزش، پژوهش و توسعه صنعتی پلی‌یورتان دارد.
پلی‌یورتان‌ها برخلاف بسـیاری از پلیمرهای دیگر، دامنه وسیعی از مواد اولیه را شامل می‌شوند. از انواع پلی‌ال‌ها با ساختارها و وزن‌های مولکولی متفاوت گرفته تا ایزوسـیانات‌های آروماتیک و آلیفاتیک، کاتالیست‌ها و افزودنی‌های متنوع. این تنوع بالا در عین آنکه یک مزیت فنی محسـوب می‌شود، در شرایط فعلی کشور به یک چالش تبدیل شده است.
در حال حاضر، تولید داخلی ایزوسـیانات‌ها محدود اسـت و عملاً TDI و MDI توسط پتروشـیمی کارون تولید می‌شود که ظرفیت آن پاسخگوی نیاز کامل صنعت پلی‌یورتان کشور نیست و نیاز به توسعه دارد. در حوزه پلی‌ال‌های پلی‌اسـتری اقدامات نسبتاً مناسبی صورت گرفته، اما در زمینه پلی‌اترها هنوز ظرفیت‌هـای قابل توجهی برای توسـعه وجود دارد. در مجموع، زنجیره تأمین مواد اولیه پلی‌یورتان در کشـور کامل نیست و این ناتمام بودن، هم آموزش دانشگاهی و هم پژوهش‌های کاربردی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.
این مسئله می‌تواند از مسـیرهایی مانند سرمایه‌گذاری داخلی و نیز ایجاد همکاری‌های هدفمند بین‌المللی پیگیری شـود. با توجه به روابط موجود با کشـورهایی مانند چین، امکان آن وجـود دارد که از طریق انتقال دقیق نیازهای صنعـت به تصمیم‌گیـران و انعقاد تفاهم‌نامه‌های مشـخص با تولیدکنندگان خارجی، بخشـی از این خلأ جبران شود. همکاری‌هایی که هم منافع اقتصادی طرف مقابل را تأمین کند و هم به توسعه پایدار صنعت پلی‌یورتان در داخل کشور منجر شود.
در حال حاضر، در پروژه‌های پژوهشـی ناچاریم بسـیاری از مواد را در مقیاس آزمایشـگاهی تهیه کنیم. اما هنگام توسعه نتایج به مقیاس صنعتی، با محدودیت‌های جدی مواجه می‌شـویم. برای نمونه، برخی پلی‌ال‌ها در کشـور موجود نیسـتند یا تأمین آن‌ها تنها در مقیاس‌های بسیار بالا مانند تانکر یا کانتینر امکان‌پذیر است، در حالی که مراکز دانشگاهی و پژوهشی به مقیاس‌های میانی نیاز دارند. این شـکاف موجب می‌شود ارتباط میان پژوهش دانشگاهی و کاربرد صنعتی با وقفه مواجه شود.
بنابراین، برای هم‌راسـتا کردن آموزش و پژوهش پلی‌یورتان با نیازهای صنعت، لازم است به‌صورت هم‌زمان توسـعه زیرساخت‌های آموزشی، تکمیـل زنجیره تأمین مواد اولیـه و ایجاد ارتباط مؤثـر و عملیاتی میان دانشگاه و صنعت مورد توجه قرار گیرد.

پلی‌یورتان- به نظر شـما چرا بسیاری از دسـتاوردهای پژوهشی به مرحله تجاری‌سازی نمی‌رسند؟

برمر: این مسـئله ماهیتی دوطرفه دارد و هم مراکـز آموزش عالی و هم بخش صنعت در شـکل‌گیری آن نقش دارند. در سـال‌های گذشته، در فضای دانشـگاهی تمرکز پررنگی بر مقاله‌محوری ایجاد شـد. به‌گونه‌ای که اعضای هیئت علمی و دانشـجویان تحصیلات تکمیلی ناچار شـدند فعالیت‌های پژوهشـی خود را در مسـیری هدایت کنند که خروجی آن عمدتا انتشار مقاله باشد. این رویکرد همچنان ادامه دارد؛ برای نمونه، در مقطع دکتری، بدون چاپ مقاله امکان فارغ‌التحصیلی وجود ندارد.
اگرچه در سال‌های اخیر اقداماتی از سوی نهادهایی مانند معاونت علمی و فناوری ریاسـت‌جمهوری برای حمایت از شـرکت‌های دانش‌بنیان و توسعه فناوری انجام شـده اسـت، اما نظام ارتقا و ترفیع اعضای هیئت علمی همچنان به‌گونه‌ای طراحی شـده که مقاله‌نویسـی کم‌هزینه‌ترین و مطمئن‌ترین مسیر پیشرفت حرفه‌ای محسوب می‌شود.
نکته مهم اینجاسـت که وقتی پژوهشگر به‌سـمت مقاله حرکت می‌کند، ناگزیر به سمت حل صورت‌مسـئله‌های جهانی حرکت می‌رود. مسائلی که عمدتاً توسـط کشورهای توسـعه‌یافته تعریف می‌شوند. در حالی که مسائل یک کشور در حال توسعه با کشورهای صنعتی تفاوت‌های اساسی دارد. در نتیجه، انرژی، زمان و منابع مالی صرف موضوعاتی می‌شـود که الزاماً مسـئله صنعت داخلی را حل نمی‌کند و دانش تولیدشـده نیز عملاً رایگان در اختیار دیگران قرار می‌گیـرد. از هر زاویه که به این روند نگاه کنیم، برای کشور زیان‌بار است.
در سوی دیگر، صنعت نیز سهمی در این وضعیت دارد. بخشی از صنعت کشـور به واردات دانش فنی یا تولید محصولات با حداقل تغییر و تمرکز بر سـودآوری کوتاه‌مدت عادت کرده اسـت. در چنین فضایی، ارتقای کیفیت، توسـعه فناوری و سـرمایه‌گذاری هدفمند در تحقیق و توسـعه (R&D) در اولویـت قرار نمی‌گیـرد. در حالی که انتظـار می‌رود صنعت بخشی از سرمایه خود را به پژوهش اختصاص دهد، نگاه بلندمدت داشته باشـد و مسائل واقعی خود را به‌صورت شفاف با مراکز دانشگاهی مطرح کند. سالانه تعداد قابل‌توجهی دانشـجوی کارشناسی ارشد و دکتری در رشـته‌های مرتبط با پلیمر فارغ‌التحصیل می‌شـوند. اگـر حتی ۲۰ تا ۳۰ درصد پروژه‌های این دانشجویان به حل مسائل واقعی صنعت اختصاص یابد، می‌تواند تحولی جدی ایجاد کند.
متأسـفانه ارتباط ساختارمند و مستمر میان دانشگاه و صنعت به‌طور کامل شـکل نگرفته اسـت. به همین دلیل، من هر دو طرف، یعنی دانشـگاه و صنعـت را در این وضعیت مقصر می‌دانـم و معتقدم هر دو باید یک گام به سمت یکدیگر بردارند و این همکاری را به‌صورت مستمر ادامه دهند.
در این میـان، نقش انجمن‌های تخصصی و تشـکل‌های صنعتی اهمیت ویـژه‌ای دارد. این نهادهـا می‌توانند از طریق جلسـات منظم و تعامل با سیاست‌گذاران، مسائل را منتقل و پیگیری کنند. تجربه نشان داده است که پیگیری مستمر، در نهایت می‌تواند به نتیجه منجر شود. البته باید صادقانه گفت که حتی در درون صنعت نیز همکاری مؤثر و شـفاف همیشه وجود ندارد.
همچنین در برخی موارد، نبود شـفافیت و ثبـات در زنجیره تأمین مواد اولیه، یا عرضه مواد مشابه با کیفیت‌های متفاوت تحت یک نام مشخص، موجب اختلال در روند تحقیق و توسـعه می‌شود. این مسائل کل زنجیره پژوهش تا تولید را تحت تأثیر قرار می‌دهد و موجب اتلاف منابع می‌شود.

تا زمانی که نگاه کلان، شـفافیت، همکاری واقعـی و اعتماد متقابل میان دانشگاه، صنعت و نهادهای سیاست‌گذار شکل نگیرد، بخش قابل‌توجهی از ظرفیت‌های علمی و انسانی کشور بالفعل نخواهد شد.

پلی‌یورتان- گذار به پلی‌یورتان‌های کم‌خطر و زیسـت‌پایه را تا چه حد اجتناب‌ناپذیر می‌دانیـد؟ بزرگ‌ترین مانع فنی این گذار در ایران چیست؟ آیا صنعت آمادگی پذیرش هزینه‌های آن را دارد؟

برمر: حرکت به سـمت پلی‌یورتان‌های کم‌خطر و زیسـت‌پایه در نهایت مسـیری اجتناب‌ناپذیر اسـت، اما مسـئله اصلی، اولویت‌بندی اسـت. تجربه جهانی نشان می‌دهد که کشـورها تصمیمات زیست‌محیطی خود را متناسـب با منافع ملی اتخاذ می‌کنند. بـرای نمونه، حتی در چارچوب توافق‌هایـی مانند توافق پاریس نیز کشـورها رویکـردی مبتنی بر منافع اقتصادی و صنعتی خود دارند.

برای ایران، پیش از هر چیز باید بـه اولویت‌های حیاتی توجه کرد. یکی از چالش‌های اصلی کشـور، ناترازی انرژی اسـت. میزان مصرف انرژی در ایران بالاتر از اسـتانداردهای جهانی است و بخش قابل‌توجهی از این مسئله به ضعف عایق‌سـازی سـاختمان‌ها بازمی‌گردد. مصرف بی‌رویه انـرژی، خود یکی از عوامل مهـم تولید گازهای گلخانه‌ای اسـت. اگر بخواهیم از منظر محیط‌زیسـت نگاه کنیم، در بسیاری از ساختمان‌ها، به دلیل نبود عایق‌کاری مناسب، اتلاف انرژی به‌صورت گسترده رخ می‌دهد. در حالی که از منظر فنی، اسـتفاده از فوم‌های پلی‌یورتانی می‌تواند نقش مؤثری در کاهش این اتلاف داشته باشد.

برای درک ابعاد موضوع، کافی اسـت به یک مثال علمی اشـاره کنم. بر اساس گزارش‌های معتبر، یک لایه پنج سانتی‌متری فوم پلی‌یورتان، از نظر عایق حرارتی، معادل حدود ۱۷۲ سـانتی‌متر دیوار آجری است. یعنی تنها پنج سانتی‌متر پلی‌یورتان می‌تواند جایگزین بیش از یک متر دیوار آجری شود. این مسـئله نه‌تنها از نظر مصرف انرژی، بلکه از نظر معماری، وزن سـازه و بهره‌وری سـاختمان نیز اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد. در سال‌های اخیر، اقدامات مثبتی مانند اسـتفاده از پنجره‌های دوجداره و پروفیل‌های UPVC انجام شـده، اما مسـئله اصلی، بدنه ساختمان اسـت. با توجه به هزینه‌های فعلی ساخت‌وسـاز، هزینه عایق‌کاری در مقایسه با کل پروژه بسـیار ناچیز اسـت، اما اثر آن در کاهش مصرف انرژی، کاملا چشمگیر خواهـد بود. پیش از تمرکز جـدی بر موضوعاتی مانند آب‌پایه شـدن، زیسـت‌تخریب‌پذیری یا حتی بازیافت، باید مسـئله بهینه‌سازی مصرف انرژی را حل کنیم. کاهش مصرف انرژی، به‌طور مسـتقیم منجر به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود و تأثیر آن برای کشور ما، بسیار بیشتر از بسیاری از اقدامات نمادین زیست‌محیطی است. پلی‌یورتان در این مسیر یک راه‌حل کاملا عملی، در دسترس و اثربخش است. توسعه این صنعت، مسـتلزم تکمیل زنجیره مواد اولیه، از پلی‌ال‌ها و ایزوسـیانات‌ها گرفته تا افزودنی‌ها و فرمولاسـیون‌های تخصصی است. اگر این چرخه به‌درستی شکل بگیرد، پلی‌یورتان می‌تواند نقشی کلیدی در تحول اقتصادی، بهبود کیفیت زندگی و صرفه‌جویی در سـرمایه‌های ملی برای نسـل‌های آینده ایفا کند. در نهایت، نقش رسـانه‌ها در این مسیر بسیار حیاتی است. بخش قابل‌توجهی از جامعه از ابعاد واقعی این مسـئله آگاه نیسـت. ما به‌عنوان دانشـگاه و پژوهش، وظیفه داریم این واقعیت‌ها را منتقل کنیم و رسانه‌ها نیز باید در فرهنگ‌سازی و آگاهی‌بخشی عمومی نقش فعال‌تری ایفا کنند. واقعیت این است که چاره‌ای جز حرکت در این مسیر نداریم، اما باید آن را با اولویت درست و بر اساس نیازهای واقعی کشور پیش ببریم.

پلی‌یورتان- بـا توجه به اهمیت انرژی و عایق‌سـازی، آیا از طریق تشکل‌های صنفی یا نهادهایی مانند سـازمان ملی استاندارد و مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، پروژه یا گفت‌وگوی جدی در این زمینه شکل گرفته است؟

برمر: تلاش‌هایی برای طـرح این موضوع و انتقال اهمیت آن به نهادهای مرتبط انجام شـده اسـت، اما تاکنون ارتباط مؤثـر و عملیاتی به‌صورت جدی شـکل نگرفته اسـت. معمـولاً در این زمینه به مشـکلات ارزی، محدودیت‌های ناشـی از تحریم یا موانع اجرایی اشـاره می‌شـود. این مشـکلات وجود دارند، اما نمی‌توانند مانع پرداختن به مسـائل اساسی کشور باشند.

تجربه نشان داده اسـت که در حوزه‌هایی بسـیار پیچیده‌تر نیز، حتی در شرایط محدودیت، پیشرفت‌های قابل‌توجهی حاصل شده است.

در حوزه فناوری هسـته‌ای یا صنایع دفاعی، دسـتیابی به دانش فنی حتی بدون تحریم هم کار ساده‌ای نیسـت. با این حال، ایران در همین شرایط توانسـته به جایگاه معتبری دسـت پیدا کند و امروز به نقطه‌ای رسیده‌ایم که در بسـیاری از این فناوری‌ها حرفی برای گفتن داریم. به همین دلیل، من تحریم و محدودیت را بیشـتر بهانه می‌دانم تـا مانع واقعی. اگر اراده وجود داشته باشد، راه‌حل هم پیدا می‌شود. مسئله اینجاست که بخشی از صنعت ما نگاه کوتاه‌مدت دارد، یعنی تا زمانی که یک محصول ساده تولید می‌شود و فروش دارد، احساس نیاز به تغییر یا سرمایه‌گذاری برای آینده وجود ندارد. در حالی که اگر صنعت به موضوع عایق‌سازی به‌عنوان یک مسـئله ملی نگاه کند، متوجه می‌شود که این مسـیر، نه‌تنها به نفع کشور، بلکه در نهایت به نفع خود صنعت هم هست.

ما امـروز بـا بحران‌های جـدی در حوزه انـرژی مواجه هسـتیم، از خاموشـی‌های تابسـتانی گرفته تا محدودیت‌های زمسـتانی. صنایع نیز به‌طور مسـتقیم از این وضعیت آسـیب می‌بینند. در چنین شرایطی، اگر بتوانیم از طریق توسعه عایق‌سازی و بهینه‌سازی مصرف انرژی، بخشی از این مشـکل را حل کنیم، هم فشار از روی شبکه انرژی برداشته می‌شود و هم پایداری تولید صنعتی افزایش پیدا می‌کند. این مسـئله کاملاً عملیاتی است و راه‌حل‌های آن وجود دارد.

در زمینـه تأمین مواد اولیه هـم گزینه‌های متعددی پیش روی ماسـت. همکاری‌های پایاپای با کشـورهایی مانند چین، اسـتفاده از ظرفیت‌های صادرات انرژی و تعریف مدل‌های جدید همکاری، همگی راهکارهایی هستند که می‌توانند فعال شوند. من این موارد را مانع اصلی نمی‌دانم، مانع اصلی، نبود اراده جمعی و شـکل نگرفتن یک فرهنگ مشترک برای حل مسئله است. اگر این اراده و فرهنگ ایجاد شود، اجرای چنین پروژه‌هایی کاملاً امکان‌پذیر خواهد بود.

بر اسـاس آنچه مشاهده می‌شود، بخش قابل‌توجهی از ظرفیت ایجادشده در صنعت پلی‌یورتان کشـور، فعال نیسـت. در چنین شرایطی، به‌جای رقابت‌های محدود و بعضاً فرسایشی در بازارهای موجود، منطقی‌تر است که صنعت به سـمت خلق بازارهای جدید حرکت کند. حوزه‌هایی مانند عایق‌سـازی انرژی، به‌ویژه در مقیاس ملی، می‌توانند چنین بازارهایی را ایجاد کنند. اگر این ظرفیت‌های خالی به‌درستی هدایت شوند، هم صنعت از رکود خارج می‌شود، هم اشتغال و ارزش افزوده افزایش پیدا می‌کند و هم یک مسـئله حیاتی کشور حل می‌شود. این یک بازی برد-برد است که تنها نیازمند نگاه کلان‌تر، همکاری واقعی است.

پلی‌یورتان-تجربه شـما از همکاری‌های موفق دانشگاه و صنعت چه بوده است؟

برمر: واقعیت این است که با وجود تلاش‌های انجام‌شده، بخش قابل‌توجهی از همکاری‌ها به مرحله صنعتی نرسیده است. برای مثال، در یکی از پروژه‌ها روی توسعه غلظت‌دهنده‌های پلی‌یورتانی کار کردیم و نمونه‌های آزمایشگاهی بسیار مناسبی نیز تولید شد. با این حال، زمانی که با چند شرکت صنعتی وارد مذاکره شدیم، تمایل چندانی برای ادامه مسیر نشان ندادند، چرا که صنعت به‌دنبال محصولی آماده، بهینه‌شده و اصطلاحا شسته رفته است. در حالی که مراکز دانشگاهی و پژوهشی، به‌طور طبیعی با محدودیت‌هایی از نظر امکانات، بودجه و بعضا مقررات مواجه هستند و انتظار نمی‌رود تمام مراحل توسعه محصول تا آستانه تولید انبوه، صرفا در دانشگاه انجام شود. این نقطه همان جایی است که همکاری واقعی میان دانشگاه و صنعت باید شکل بگیرد. البته نمی‌توان گفت هیچ تجربه موفقی وجود نداشته است. پروژه‌هایی به‌صورت موردی و محدود انجام شده که منجر به تولید یک محصول مشخص و رفع یک نیاز صنعتی شده‌اند، اما متأسفانه در بسیاری از این موارد، پس از رسیدن به نتیجه اولیه، ارتباط ادامه پیدا نکرده و صنعت مسیر خود را جداگانه دنبال کرده است. در کنار پروژه‌های تحقیقاتی، برگزاری دوره‌های آموزشی تخصصی را یکی از مسیرهای مؤثر تعامل میان دانشگاه و صنعت می‌دانم. در دوره‌ای که مسئولیت مدیریت گروه پلیمر را برعهده داشتم، ۱۲ دوره تخصصی برگزار کردیم که با استقبال مناسبی از سوی فعالان صنعتی مواجه شد. این تجربه نشان داد که علاقه و نیاز به یادگیری وجود دارد و چنین برنامه‌هایی می‌تواند بستر مناسبی برای نزدیک‌تر شدن دو طرف فراهم کند. در نهایت این ارتباط باید دوطرفه و مستمر باشد، هرچه این تعامل گسترده‌تر و عمیق‌تر شود، نتیجه آن نه‌تنها به نفع پژوهشگر یا صنعت، بلکه به سود کل کشور خواهد بود. امیدوارم با تقویت این ارتباط و با نقش‌آفرینی رسانه‌های تخصصی، بتوانیم به سمت یک همکاری مؤثر، پایدار و نتیجه‌محور حرکت کنیم.

پلی‌یورتان- نوآوری ها در صنعت پلی‌یورتان و روندهای آینده بر چه بسترهایی شکل می گیرد؟

برمر: نوآوری در صنعت پلی‌یورتان در دو محور اصلی زیست محیطی و استفاده از منابع طبیعی و بهینه‌سازی مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری صنعتی، شکل می‌گیرد. در زمینه زیست‌محیط، جهان به سمت پلی‌یورتان‌های زیست‌تخریب‌پذیر و استفاده از مواد اولیه طبیعی حرکت می‌کند. این مواد اولیه می‌توانند منشا گیاهی داشته باشند، برای مثال در برخی کشورها از پوست فندق برای تولید پلی‌ال استفاده می‌شود. ما نیز می‌توانیم به منابع بومی خود نگاه کنیم، مانند خرما، که با استخراج روغن از آن می‌توان پلی‌ال‌های قابل استفاده در صنعت تولید کرد. این مسیرها نویدبخش توسعه پایدار و کاهش وابستگی به منابع وارداتی است، اما به‌نظر من، این‌ها در اولویت دوم هستند. اولویت نخست، بهینه‌سازی مصرف انرژی و عایق‌سازی ساختمان‌هاست که تأثیر مستقیم و بسیار حیاتی بر اقتصاد و محیط‌زیست دارد. نکته دیگری که باید به آن توجه کنیم، کمبود داده و آمار دقیق در حوزه صنعت پلی‌یورتان است. برای برنامه‌ریزی مؤثر و سرمایه‌گذاری هدفمند، نیاز داریم بدانیم مصرف داخلی پلی‌ال‌ها، میزان واردات پلی‌استرها و سایر مواد اولیه چگونه است. بدون داشتن این آمار، نمی‌توانیم جایگاه واقعی خود در ایران، منطقه و جهان را ارزیابی کنیم و به سرمایه‌گذاران نشان دهیم که سرمایه‌گذاری در چه بخش‌هایی سودآور خواهد بود. روندهای آینده صنعت پلی‌یورتان، علاوه بر نوآوری در مواد اولیه و فناوری، مستلزم همگرایی و تعامل مستمر میان دانشگاه، صنعت و نهادهای سیاست‌گذار است. این می‌تواند شامل نشست‌های ماهیانه یا فصلی برای شناسایی مشکلات، ترسیم خطوط آینده و برنامه‌ریزی برای تکمیل چرخه مواد اولیه و توسعه فناوری باشد. رسانه‌ها نیز نقش بسیار مهمی در فرهنگ‌سازی و اطلاع‌رسانی دارند تا اهمیت پلی‌یورتان و کاربردهای آن در جامعه و صنعت، به‌خوبی منعکس شود. اگر این بسترها شکل بگیرد، ایران می‌تواند در سطح منطقه و حتی فراتر از آن، جایگاه معتبری در صنعت پلی‌یورتان پیدا کند و نوآوری‌ها، سرمایه‌گذاری‌ها و توسعه‌های صنعتی، هدفمند و پایدار باشد.

گفت‌وگو با دکتر طاهره سلیمانی، مدیرعامل مواد نوین کیمیاگران پاسارگاد:

حـــذف ارز ترجیحـــی، تصمیمی درست در وقتی نادرست!

صنعت پلی‌یورتان سال گذشـــته با فشارهای بی‌سابقه‌ای روبه‌رو شـــد و در این شرایط، تاب‌آوری کســـب‌وکارها به یک اولویت استراتژیک تبدیل شد. مدیر شرکت مواد نوین کیمیاگران پاسارگاد، تجربه مدیریت واحد تولید و حفظ زنجیره تأمین در چنین فضایی را تشریح کرده و چشـــم‌انداز آینده صنعت در برابر ریسک‌های اقتصادی و بین‌المللی را در این گفت و گو تحلیل می‌کند.

پلی‌یورتان- در سال جاری، اقتصاد کشور با چالش‌های متعددی از جمله طولانی شدن فرآیند ثبت سفارش و تخصیص ارز، تداوم و تشـــدید تورم، ناترازی انرژی و قطعی برق و گاز، اختلال‌های اینترنتی و همچنین اجرای سیاســـت حذف ارز ترجیحی مواجه شد، عواملی که هر یک می‌توانند بر فعالیت بنگاه‌های اقتصادی اثرگذار باشـــند. به نظر شـــما هر یک از این موارد چه میزان بر صنعت پلی‌یورتان تأثیر گذاشـــته و کدام‌یک بیشترین فشار را بر این صنعت وارد کرده است؟

ســـلیمانی: بله، وضعیت ثبت ســـفارش و تخصیص ارز در ســـال ۱۴۰۴ نه‌تنها بهبود نیافت، بلکه نســـبت به سال گذشته دشوارتر هم شـــد. ما از سال قبل ثبت ســـفارش‌های خود را انجام داده بودیم، اما در ســـال جاری سهمیه ارزی برخی از کارخانه‌های ما به شکل بسیار ناچیـــز تخصیص یافت و حتی تا پایان بهمن‌ماه، دو واحد تولیدی ما هیچ‌گونه سهمیه ارزی دریافت نکردند!

برای صنعتی که وابستگی به واردات مواد اولیه دارد، این وضعیت به معنای اختلال جدی در تداوم تولید است. بزرگ‌ترین چالش امروز صنعت، مسئله ثبت سفارش و واردات است. اگر سازوکاری فراهم می‌شد که تولیدکنندگان بتوانند در قبال صادرات، واردات انجام دهند، چه از طریق صادرات مستقیم و چه از طریق همکاری با صادرکنندگان دیگر، هم تعهدات ارزی صادرکنندگان رفع می‌شد و هم نیاز تولیدکنندگان به ارز تأمین می‌گردید. این مسیر می‌توانست بخشی از گره‌های موجود را باز کند.

در کنار مشکلات ارزی، تبعات جنگ ۱۲ روزه نیز بر فضای اقتصادی کشور و به تبع آن بر صنعت اثر گذاشت. آثار این رخداد محدود به همان بازه زمانی نبود و تا دو تا سه ماه بعد نیز ادامه داشت. در سه‌ماهه نخست سال، فروش‌هایی انجام شده بود، اما بخشی از مشتریان نه چک‌های خود را پاس کردند و نه مطالبات را پرداخت نمودند. در نتیجه، تولیدکننده‌ای که برای ادامه فعالیت نیازمند واردات مواد اولیه است، از یک سو با محدودیت ارزی مواجه است و از سوی دیگر نقدینگی لازم برای تأمین هزینه‌ها را در اختیار ندارد. هم‌زمان با این شرایط، تورم نیز فشار مضاعفی بر هزینه‌های عملیاتی وارد کرد و مجموعه‌ای از عوامل در کنار هم، وضعیت پیچیده‌ای را برای تولید رقم زد.

ناترازی انرژی نیز به این مشکلات افزوده شد. قطع برق در تابستان و محدودیت‌های گاز در زمستان، عملاً برنامه‌ریزی تولید را مختل کرد. هزینه تأمین سوخت برای استفاده از ژنراتورها به شکل بی‌سابقه‌ای افزایش یافته است، گازوئیلی که پیش‌تر با نرخ بسیار پایین‌تری تأمین می‌شد، اکنون با قیمت‌هایی چند ده برابر گذشته خریداری می‌شود. در حالی‌که تأمین زیرساخت انرژی وظیفه حاکمیتی است، تولیدکننده ناچار است برای جلوگیری از توقف خط تولید، هزینه‌های سنگینی را متحمل شود. حتی قطعی آب نیز به مشکلات اضافه شده است. هرچند مصرف آب در این صنعت بالا نیست، اما نبود آن در هر حال می‌تواند کل فرآیند تولید را متوقف کند. با این حال، واحدهای تولیدی تلاش کرده‌اند در این شرایط نیز فعالیت خود را حفظ کنند.

در حوزه سیاست‌های ارزی، با اصل یکسان‌سازی نرخ ارز موافقم، اما مسئله اساسی زمان‌بندی و نحوه اجرای آن است. در ابتدای سال، نرخ ارز در محدوده ۷۰ هزار تومان قرار داشت. اگر در همان مقطع تصمیم به حذف ارز ترجیحی و اجرای سیاست‌های اصلاحی گرفته می‌شد، شوک قیمتی قابل مدیریت‌تر بود. اکنون اما مواد اولیه با نرخ‌هایی در محدوده ۱۳۵ هزار تومان و با احتساب کارمزدها حتی بالاتر تأمین می‌شود. به این ترتیب، در طول کمتر از یک سال با افزایش تقریباً صددرصدی نرخ ارز مواجه بوده‌ایم. با توجه به اینکه حدود ۷۰ درصد مواد اولیه صنعت ما وارداتی است و بخش قابل توجهی از مواد داخلی نیز در بورس کالا بر مبنای نرخ ارز قیمت‌گذاری می‌شود، عملا کل سبد مواد اولیه با رشد شدید قیمت روبه‌رو شده است.

سؤال اساسی اینجاست که آیا بازار کشش افزایش متناسب قیمت محصول نهایی را دارد؟ در بازاری با رقابت فشرده و حاشیه سود محدود، انتقال کامل این افزایش هزینه به مصرف‌کننده امکان‌پذیر نیست. از سوی دیگر، تأمین سرمایه در گردش نیز به چالشی جدی تبدیل شده است. اگر پیش‌تر برای واردات یک محموله به ۵۰ میلیارد تومان نقدینگی نیاز بود، امروز همان محموله حدود ۱۰۰ میلیارد تومان سرمایه در گردش می‌طلبد. در شرایط رکود و کاهش وصول مطالبات، تأمین چنین نقدینگی‌ای بسیار دشوار است. علاوه بر آن، فرآیندهای اداری طولانی، صف‌های چندماهه تخصیص ارز و اعتبار محدود ثبت سفارش‌ها باعث می‌شود برخی ثبت سفارش‌ها پیش از دریافت ارز منقضی شوند و تولیدکننده ناچار به طی مجدد همان مسیر پیچیده شود. پیچیدگی سامانه‌های اداری و اختلال‌های مکرر آن‌ها نیز مانعی دیگر بر سر راه تولید است. در کنار آن، نظام موسوم به بهینه‌سازی گاه بدون در نظر گرفتن پیچیدگی‌های فنی تولید تصمیم‌گیری می‌کند. تولید یک واحد صنعتی ممکن است وابسته به چندین ماده تخصصی از جمله انواع کاتالیزورها باشد که هر یک فرمولاسیون خاص خود را دارند و در بازار آزاد به‌صورت عمومی عرضه نمی‌شوند. کمبود حتی یک قلم از این مواد می‌تواند کل خط تولید را متوقف کند، اما در سامانه، اولویت آن ماده تأیید نمی‌شود. در چنین شرایطی، کارخانه به دلیل نبود مقدار محدودی از یک ماده تخصصی عملاً با توقف کامل مواجه می‌شود.

مجموع این عوامل، محدودیت تخصیص ارز، جهش نرخ دلار، ناترازی انرژی، رکود نقدینگی و پیچیدگی سامانه‌های اداری، فشار هم‌زمان و مضاعفی بر صنعت وارد کرده است. اصلاح ساختار اقتصادی و حذف رانت‌ها ضرورتی انکارناپذیر است، اما نحوه اجرا، زمان‌بندی تصمیمات و درک واقعیت‌های تولید صنعتی تعیین می‌کند که این اصلاحات به تقویت تولید منجر شود یا به تضعیف آن. در شرایط فعلی، آنچه بیش از هر چیز احساس می‌شود، ضرورت ثبات، پیش‌بینی‌پذیری و تسهیل واقعی فرآیندهای تولید برای حفظ توان رقابتی صنعت است.

پلی‌یورتان- صنعت پلی‌یورتان به‌عنوان یک صنعت واسطه‌ای تحت تأثیر صنایع پایین‌دست است. لطفاً بفرمایید در سال گذشته چگونه توانستید واحد خود را حفظ کرده و هم‌زمان صنایع پایین‌دست را تغذیه کنید؟ چه اقداماتی برای تاب‌آوری کسب‌وکار انجام دادید؟ برخی معتقدند که این عنوان درستی برای تشریح وضعیت موجود نیست و عملا به معنای فرسودگی اقتصادی است...

سلیمانی: یکی دیگر از معضلات جدی که به آن اشاره کردم، رکود حاکم بر بازار است. وقتی اقتصاد وارد فاز رکودی می‌شود، یا فروش به شدت کاهش می‌یابد، یا قیمت‌ها به حدی پایین نگه داشته می‌شود که عملاً حاشیه سود از بین می‌رود. کافی است آمار فروش صنعت لوازم خانگی، به‌ویژه یخچال، در سال ۱۴۰۴ را با سال ۱۴۰۳ مقایسه کنید. ممکن است تولید انجام شده باشد، اما افت محسوس فروش نشان می‌دهد که بازار قدرت جذب کالا را ندارد. در شرایطی که یک خانواده با کوچک‌تر شدن مستمر سبد مصرفی خود مواجه است، تعویض کالای بادوام به کالایی لوکس تبدیل می‌شود. خرید یخچال جدید، تعویض مبلمان یا بازسازی منزل دیگر در اولویت نیست، حتی اگر وسیله موجود مستهلک شده باشد.

این وضعیت به‌طور مستقیم بر صنایع پایین‌دست ما اثر می‌گذارد. صنعت پلی‌یورتان به‌عنوان تأمین‌کننده مواد اولیه برای حوزه‌هایی مانند مبلمان و لوازم خانگی، طبیعتاً از رکود این بازارها تأثیر می‌پذیرد. اکنون در بهمن‌ماه هستیم، بازاری که در سال‌های گذشته در ماه‌های پایانی سال تحرک بیشتری داشت، امسال عملاً با رکود

عمیق مواجه است. در کنار فشـــارهای اقتصادی، فضای اجتماعی و روانی جامعه نیز بر رفتار مصرف‌کننده اثرگذار است. در شرایطی که جامعه با نگرانی‌های اقتصادی و معیشتی دست‌به‌گریبان است، حتی خانواری که توان مالی محدودی دارد نیز ترجیح می‌دهد خریدهای غیرضروری را به تعویق بیندازد.

واقعیت این اســت که درآمد یک خانــوار کارمندی با حقوق ثابت، در ابتدای ســال بر مبنای نرخ ارزی حــدود ۷۰ هزار تومان تعریف شــده، اما در پایان ســال با ارزی نزدیک به ۱۴۰ هزار تومان مواجه است، در حالی که ســطح درآمد تغییر متناسبی نداشته است. طبیعی است که در چنین شــرایطی، اولویت هزینه‌کرد از کالاهای بادوام و مصرفی صنعتی به ســمت اقلام ضروری معیشتی سوق پیدا می‌کند. وقتی مصرف‌کننده نهایی توان خرید ندارد، واحدهای پایین‌دســت ما نیز خرید خود را کاهش می‌دهند و در ادامه، فشــار پرداخت‌ها به زنجیره بالادســت منتقل می‌شود. مطالبات با تأخیر وصول می‌شود و جریان نقدینگی مختل می‌گردد. ما در ســال‌های گذشته همواره در مسیر توسعه حرکت کرده‌ایم. توسعه خطوط تولید، افزایش ظرفیت و راه‌اندازی واحدهای جدید بخشی از برنامه راهبردی ما بوده است. اخیراً نیز یک کارخانه با فاز نخســت ۱۷ هــزار مترمربعی راه‌اندازی کرده‌ایم و برای فاز دوم برنامه‌ریزی داشــتیم. امــا کارخانه‌ای که از ابتدای ســال حتی یک دلار ســهمیه ارزی دریافــت نکرده، چگونه می‌تواند بــا ظرفیت کامل فعالیت کند؟ با ایــن وجود، تاکنون حتی یک نفر از نیروهای انســانی خود را تعدیل نکرده‌ایم. اضافه‌کاری‌ها حذف شــده و صرفاً حقوق پایه و مزایا پرداخت می‌شود تا مجموعه بتواند بقا داشته باشد. واژه تاب‌آوری در ادبیات اقتصادی بسیار به‌کار می‌رود، اما در عمل، وقتی فشــارها به‌صورت هم‌زمان و مســتمر بر تولیدکننده وارد می‌شــود، تاب‌آوری به‌تدریج به فرســودگی تبدیل می‌شــود، فرسودگی سرمایه، فرســودگی نیروی انسانی و استهلاک روانی و مالی در کل زنجیره تولید. امروز شــرایط به‌گونه‌ای است که بسیاری از واحدهای صنعتی حتی قادر به تثبیت وضعیت ماهانه خود نیستند، چه برسد به اینکه سودآوری داشته باشند.

در کنــار رکود و افزایش هزینه‌ها، فشــار مالیاتی نیز به‌صورت قابل توجهی افزایش یافته اســت. برای یکــی از کارخانه‌های ما، مالیات بر درآمد در دوره شــش‌ماهه، پنج برابر سال قبل برآورد شده است. در شــرایطی که فروش کاهش یافته و حاشیه سود به حداقل رسیده، چنین افزایشی در مالیات، فشار مضاعفی بر تولیدکننده وارد می‌کند. وقتی جریان نقدینگی با اختلال مواجه اســت و بازار کشــش خرید ندارد، تمرکــز صرف بر افزایش دریافت مالیات می‌تواند به تضعیف بیشتر بنیه تولید منجر شود.

پلی‌یورتان- اگر بپذیریم که در این ســالها چندنرخی بودن ارز، رانتی بوده و حذف آن به شفافیت اقتصادی منجر می شود، تا چه حد امیدوار هستید که دولت به استمرار این تصمیم پایبند بماند؟

سلیمانی: اگر به تجربیات گذشــته رجــوع کنیم، مسئله چندنرخی بودن ارز موضوع تازه‌ای نیست. از دوره‌ای که سیاست ارز ترجیحی و تثبیت دستوری نرخ‌ها مطرح شد، همواره این جمله تکرار می‌شد که دولت اجازه افزایش نرخ را نخواهد داد. اما در عمل، بازار مســیر خود را رفت. امروز در حالی با یک نرخ در بازار آزاد حدود ۱۶۰ هزار تومان مواجه هســتیم که نرخ عرضه در تالار مبادله در محدوده ۱۳۵ هزار تومان قرار دارد و با احتساب کارمزدها باز هم فاصله معناداری میان این وجود دارد. این فاصله دقیقا همان نقطه‌ای اســت که رانت، عدم شــفافیت و بی‌ثباتی را بازتولید می‌کند. اگر قرار است سیاست تک‌نرخی اجرا شود، باید به معنای واقعی کلمه تک‌نرخی باشد، یعنی تولیدکننده بتواند همانند سایر فعالان اقتصادی، ارز مورد نیاز خود را به‌صورت شــفاف و بدون تبعیض از صرافی یا بازار رسمی تهیه کند. وجود چند نرخ هم‌زمان، نه‌تنها مســئله را حل نمی‌کند بلکه موجب سردرگمی، بی‌برنامگی و انتقال ریسک به بخش تولید می‌شود.

البته پرسش اساسی این است که آیا کشور به اندازه کافی ارز در اختیار دارد که بتواند چنین سیاستی را اجرا کند؟ پاسخ کوتاه این است که در حال حاضر با محدودیت منابع ارزی مواجه هســتیم. اما این وضعیت یک‌شبه ایجاد نشده اســت. باید به دو دهه گذشته بازگردیم، از زمان آغاز تحریم‌های گسترده تا امروز. در دوره‌ای که فروش نفت در اوج قرار داشت و درآمدهای ارزی قابل توجهی نصیب کشور می‌شد، این فرصت وجود داشت که ساختار اقتصادی به‌گونه‌ای اصلاح شود که در برابر شوک‌های بیرونی مقاوم‌تر باشد. اما امروز با شرایطی مواجهیم که فــروش نفت بــا محدودیت‌های جدی روبه‌روســت و حتی در صورت فروش، انتقال و مدیریت منابع ارزی با پیچیدگی همراه است. ایران از منظر منابع طبیعی، کشوری ثروتمند است، نفت، گاز، معادن فلزی و ظرفیت‌های انســانی گســترده‌ای در اختیار دارد. اما چالش اصلی در دو حوزه قابل شناســایی اســت: نخست، کیفیت مدیریت اقتصادی و دوم، نحــوه تعامل با اقتصاد جهانی. در دنیای امروز هیچ کشوری در انزوا به رشد پایدار دست نمی‌یابد.

تجارت، ســرمایه‌گذاری و مبادله کالا و فناوری نیازمند ارتباط فعال و ســازنده با سایر کشورهاســت. وقتی امکان مبادله رسمی محدود می‌شود، اقتصاد به ســمت تهاتر، مبادلات غیرشفاف و سازوکارهای پیچیده حرکت می‌کند، ســازوکارهایی که هزینــه مبادله را افزایش می‌دهــد و بهره‌وری را کاهش می‌دهد. در حال حاضر نیز شــاهد آن هســتیم که مبادلات اقتصــادی در برخی حوزه‌ها به ســمت تهاتر و جایگزینی دارایی‌ها ســوق پیدا کرده است، وضعیتی که بیشتر نشانه کمبود نقدینگی و بی‌ثباتی پول ملی اســت تا یک انتخاب راهبردی. این شرایط نتیجه مجموعه‌ای از سیاست‌ها و تحولات بین‌المللی است که در طول سال‌ها شــکل گرفته است. اگر در مقاطعی که درآمدهای نفتی در ســطح بالایی قرار داشت، بخشی از این منابع صرف اصلاح زیرساخت‌های انرژی، توسعه تولید برق، کاهش وابستگی بودجه به نفت و تنوع‌بخشی به صادرات می‌شد، امروز تاب‌آوری اقتصاد بالاتر بود. به‌ویژه در حوزه انرژی، کشوری با ذخایر عظیم نفت و گاز نباید با ناترازی مزمن برق و گاز مواجه باشد. توسعه متوازن زیرساخت‌های تولید انرژی، چه در بخش فسیلی و چه در سایر حوزه‌ها از جمله هسته ای، می‌توانســت بخشی از فشار فعلی را کاهش دهد. تحریم‌ها بدون تردید اثرگذار بوده‌اند، اما نحــوه مدیریت منابع و تصمیم‌گیری‌های اقتصادی نیز سهم تعیین‌کننده‌ای در شرایط فعلی دارد.

در نهایت، مسئله ارز، تحریم و کمبود منابع ارزی، صرفاً یک موضوع مالی نیست، بلکه به ســاختار کلان اقتصاد، نوع حکمرانی اقتصادی

و کیفیت تعاملات بین‌المللی بازمی‌گردد. تا زمانی که این متغیرهای بنیادین اصلاح نشـــوند، چندنرخی بودن ارز، محدودیت تخصیص منابع و فشار بر تولیدکننده همچنان تکرار خواهد شد و بخش صنعت ناچار است هزینه بی‌ثباتی را پرداخت کند.

پلی‌یورتان- چشـــم‌انداز آینده را چگونـــه می‌بینید و مهم‌ترین ریسک‌ها یا فرصت‌هایی که برای صنعت در سال آینده پیش‌بینی می‌کنید، چیست؟

سلیمانی: چشـــم‌اندازی که پیش‌روی ما قرار دارد، متأسفانه روشن نیست. شخصا نســـبت به سال آینده خوش‌بین نیستم، زیرا متغیرهای تعیین‌کننـــده‌ای که بر اقتصـــاد اثر می‌گذارند، همچنـــان در وضعیت بی‌ثبات قرار دارند. از یک سو، ریسک‌های ژئوپلیتیکی و احتمال بروز تنش‌های نظامی وجود دارد. در صـــورت وقوع درگیری، اولویت‌ها به‌طور طبیعی از اقتصاد و تولید فاصله می‌گیرد و کشور با آسیب‌های زیرساختی، اختلال در زنجیره تأمین و شوک‌های روانی و مالی گسترده مواجه خواهد شد. در چنین شرایطی، صنعت نخستین بخشی است که تحت تأثیر قرار می‌گیرد. از ســـوی دیگر، حتی در سناریویی که تنش نظامی رخ ندهد، مســـئله تحریم‌ها همچنان پابرجاست و چشم‌انداز روشـــنی برای رفع آن‌ها دیده نمی‌شـــود. تـــداوم تحریم‌ها به معنای اســـتمرار محدودیت‌های ارزی، دشواری در فروش نفت، مشکل در انتقال منابع مالی و در نتیجه تداوم فشار بر واردات مواد اولیه خواهد بود. برای صنعتی که وابســـتگی بالایی به مواد اولیه وارداتی دارد، این موضوع به معنای افزایش هزینه و کاهش قدرت برنامه‌ریزی است.

در شهریورماه، تحلیلی در جمع فعالان بخش خصوصی مطرح شد که بر اســـاس آن، در صورت فعال شدن سازوکارهای تنبیهی بین‌المللی (مکانیسم ماشه)، نرخ ارز تا پایان سال می‌تواند به محدوده ۱۸۰ هزار تومان برســـد. آن زمان این پیش‌بینی با تردید و حتی تمسخر مواجه شـــد، زیرا نرخ ارز در محدوده ۹۰ تا ۱۰۰ هزار تومان در نوسان بود. اما در ادامه، بازار ســـطوح بالاتری را هم تجربه کرد. اکنون نیز برخی برآوردها از احتمال رســـیدن نرخ ارز به ســـطوح بالاتر در سال آینده ســـخن می‌گویند. در اقتصادی که طی یک سال نرخ ارز از حدود ۷۰ هزار تومان به بیش از دو برابر آن رســـیده، نمی‌توان جهش‌های بعدی را غیرممکن دانســـت. وقتی ســـالی را با یک نرخ آغـــاز می‌کنیم و با اختلافی قابل توجه به پایان می‌رسانیم، پیش‌بینی‌پذیری از بین می‌رود. تولیدکننده نمی‌تواند برنامه سرمایه‌گذاری، توسعه یا حتی تأمین مواد اولیه خود را بـــر مبنای یک چارچوب باثبات تنظیـــم کند. در چنین فضایی، تصمیم‌گیری‌ها کوتاه‌مدت و مبتنی بر بقا می‌شود، نه رشد.

بر همین اساس، بزرگ‌ترین ریسک سال آینده را در دو سطح می‌توان دید: نخســـت، ریســـک‌های امنیتی و احتمال درگیری که می‌تواند اقتصاد را به‌طور ناگهانی وارد فاز بحرانی کند، و دوم، تداوم وضعیت فعلی بدون اصلاح ســـاختاری در حوزه سیاست خارجی و مدیریت اقتصادی، که به معنای استمرار تورم، کاهش ارزش پول ملی و تشدید فشـــار بر تولید خواهد بود. در هر دو ســـناریو، صنعت با شـــرایطی دشـــوارتر از امروز مواجه خواهد شد، مگر آنکه تغییرات اساسی در رویکردهای کلان اقتصادی و بین‌المللی رخ دهد.

پلی‌یورتان- با توجه به اینکه در برخی مسائل، مانند ریسک جنگ، اراده و کنترل مســـتقیمی وجود ندارد، به نظر شما چه اقداماتی می‌توان انجام داد تا تبعـــات آن برای بنگاه‌های اقتصادی کاهش یابد؟ اگر شما جای سیاست‌گذار بودید، اولین تصمیم اصلاحی که در چنین شرایطی اتخاذ می‌کردید، چه بود؟

سلیمانی: اگر قرار باشد از منظر سیاست‌گذاری اقتصادی به موضوع نگاه کنم، نخستین اقدامی که به نظر می‌رسد می‌تواند بخشی از فشار فعلی را کاهش دهد، باز کردن فرآیند ثبت ســـفارش و واقعی‌سازی تخصیص ارز است. محدود کردن سهمیه‌ها، بستن مسیرهای واردات و مداخله مســـتقیم و گســـترده در بازار ارز، در شرایطی که اقتصاد با کمبود منابع و بی‌ثباتی مواجه اســـت، نه‌تنها کمکی به ثبات نمی‌کند بلکه زمینه شکل‌گیری رانت و رفتارهای غیرشفاف را تقویت می‌کند. اقتصاد زمانـــی می‌تواند در وضعیت غیرعادی نیـــز به حیات خود ادامه دهد که حداقلی از منطق بازار در آن جاری باشد. صادرکننده باید بتوانـــد صادرات انجام دهـــد و ارز حاصـــل از آن را در یک چارچوب شـــفاف عرضه کند، واردکننده نیز باید امکان تأمین ارز مورد نیاز خود را با ســـازوکاری روشن و بدون تبعیض داشته باشد. اگر نرخ‌های متعدد ایجاد شود، ســـهمیه‌بندی گسترده اعمال گردد و دسترســـی‌ها به شـــکل کوپنی یا غیررقابتی مدیریت شود، نتیجه آن کاهش انگیزه تولید، افزایـــش هزینه مبادله و انتقال فعالیت‌ها به حوزه‌های غیررســـمی خواهد بود. هر جا که شکاف قیمتی معنادار وجود داشـــته باشد، انگیزه بهره‌برداری از آن نیز شکل می‌گیرد. این مســـئله صرفاً یک بحث اخلاقی نیســـت، بلکه یک قاعده اقتصادی است، اختلاف نرخ، رانت ایجاد می‌کند و رانت، رفتارهای غیرمولد را تقویت می‌کند.

در نهایت، آنچه می‌تواند کشـــور را در شرایط دشوار سرپا نگه دارد، بازگشـــت به اصول بنیادین اقتصاد است: شفافیت، پیش‌بینی‌پذیری، رقابت ســـالم و کاهش مداخلات غیرضـــروری. هرچه فاصله میان نرخ‌های رســـمی و بازار بیشتر شـــود و هرچه تصمیمات اقتصادی کمتر قابل پیش‌بینی باشـــند، هزینه آن مســـتقیماً بر دوش تولیدکننده و در نهایت مصرف‌کننـــده خواهد بود. اصلاح این روند، بیش از هر چیز نیازمند اراده برای کاهش رانت و حرکت به سمت سازوکارهای شفاف و رقابتی است.

گفت‌وگـــو با محمد عموئیـــان، رییس هیئت مدیره آسیا پلیمر امید آذر ستاره:

بومی‌ســـازی دانش فنی و راهبرد کاربردی در اقتصاد پرریســـک/ پلی‌یورتـــان ایران در مدار بلوغ صنعتی

آسیا پلیمر امید آذر ستاره، با ســـرمایه‌گذاری بر پایه تحقیق و توسعه داخلی آغاز به کار کرد و به طراحی فرمولاســـیون‌های اختصاصی و سفارشـــی در صنعت پلی‌یورتان پرداخت. نقش شـــفافیت ارزی در شکل‌گیری رقابت سالم‌تر، حفظ سازمان در شرایط پرریسک اقتصادی و بهره‌گیری از مزیت‌های زنجیره پتروشیمی کشور، چشم‌اندازی ترسیم می‌کنـــد که در آن ایران می‌تواند به یکی از بازیگران اثرگذار منطقه‌ای در حوزه پلی‌یورتان تبدیل شود. محمد عموئیان چنین اعتقادی دارد.

عموئیان: شـــرکت آسیا پلیمر امید آذر ســـتاره از سال ۱۳۹۹ فعالیت خود را با تمرکز بر ایجاد یک ســـاختار پژوهش‌محور آغاز کرد. در همان ابتدای مســـیر، تصمیم گرفتیم به جای اتکا به فرمولاسیون‌های آماده و وارداتی، بر توسعه دانش فنی داخلی سرمایه‌گذاری کنیم. از این‌رو، با جذب جمعی از فارغ‌التحصیلان جوان رشـــته شیمی به‌ویژه متخصصان آشنا با فناوری‌های پلی‌یورتان، از دانشـــگاه‌های مختلف کشور، هســـته اولیه واحد تحقیق و توسعه (R&D) را شکل دادیم.

تشـــکیل یک تیم جـــوان، پویا و متخصص در حوزه تحقیق و توســـعه، به مهم‌ترین وجه تمایز شرکت آسیا پلیمر امید آذر ستاره تبدیل شد. رویکرد ما مبتنی بر بومی‌سازی فرمولاسیون‌های پلی‌یورتان متناسب با نیازهای واقعی بازار داخلی بود. این مسیر، هرچند در مقایسه با استفاده از فرمول‌های آماده، زمان‌برتر بود، اما به ما امکان داد زیرساخت‌های دانشی و فنی را به‌صورت

اصولی و پایدار بنا کنیم و به جای حرکت سریع اما وابسته، پایه‌های فنی کسب‌وکار خود را بر مبنای دانش بومی و توان متخصصان داخلی استوار کنیم. امروز اطمینان داریم سرمایه‌گذاری بر توسعه زیرساخت‌های تحقیقاتی و اتکا به نیروی انسانی جوان و نخبه، زمینه‌ساز رشد پایدار و موفقیت‌های بلندمدت شرکت در سال‌های آینده خواهد بود.

پلی‌یورتان- صنعت پلی یورتان در این سالها در ایران با رشد خوبی همراه بوده. این امر را نتیجه چه عواملی می دانید؟ ایجاد دانش فنی؟ توسعه صنایع پایین دستی؟ یا موارد دیگر ...

عموئیان: بله، صنایع پایین‌دستی پلی‌یورتان در سال‌های اخیر رشد قابل توجهی داشته‌اند، به‌ویژه در صنعت کفش که بخش عمده مصرف مواد پلی‌یورتانی را به خود اختصاص داده است. خوشبختانه صنعت کفش کشور نیز طی سال‌های اخیر توسعه یافته و همین موضوع به‌طور مستقیم به افزایش تقاضا و رشد تولید در حوزه پلی‌یورتان کمک کرده است.

در گذشته، بخش قابل توجهی از مواد پلی‌یورتانی به‌صورت وارداتی و با چارچوب‌ها و کدهای مشخص از کشورهایی نظیر ایتالیا و سایر تولیدکنندگان اروپایی تأمین می‌شد. این محصولات دارای فرمولاسیون‌های ثابت و از پیش تعریف‌شده بودند. اما امروز رویکرد بازار تغییر کرده است. ما به سمت تولید محصولات سفارشی‌سازی‌شده حرکت کرده‌ایم، به این معنا که برای هر تولیدکننده کفش، متناسب با نوع محصول، زمان پخت، ویژگی‌های مکانیکی و شرایط فرآیندی مورد نظر، فرمولاسیون اختصاصی طراحی و تولید می‌کنیم.

در واقع، نظام کدگذاری محصولات بر مبنای نیاز هر مشتری شکل گرفته است. این انعطاف‌پذیری در طراحی فرمولاسیون، علاوه بر ایجاد ارزش افزوده برای تولیدکنندگان، دامنه کاربرد پلی‌یورتان را نیز گسترده‌تر کرده و به پویایی بیشتر این صنعت انجامیده است. البته کاربرد پلی‌یورتان صرفا به صنعت کفش محدود نمی‌شود. این ماده در حوزه‌های مختلفی از جمله ساختمان، عایق‌های حرارتی و صوتی، قطعات صنعتی و حتی صنایع مصرفی مانند اسباب‌بازی نیز حضور پررنگی دارد و پیش‌بینی می‌شود سهم آن در بازار داخلی همچنان رو به افزایش باشد. در مقایسه منطقه‌ای، کشورهایی مانند ترکیه نیز در این صنعت فعال هستند، با این حال، ایران به دلیل برخورداری از ظرفیت‌های گسترده در زنجیره ارزش پتروشیمی، مزیت‌های رقابتی مهمی در اختیار دارد. دسترسی به خوراک و مواد اولیه پایه، در صورت حمایت هدفمند سیاست‌گذاران، می‌تواند ایران را به یکی از قطب‌های منطقه‌ای تولید پلی‌یورتان تبدیل کند.

به باور من، پتانسیل تبدیل‌شدن به هاب منطقه‌ای تولید پلی‌یورتان در کشور وجود دارد. نیروی انسانی متخصص، دانش فنی رو به رشد، زیرساخت‌های پتروشیمی و سرمایه‌گذاری‌های انجام‌شده در سال‌های اخیر، همگی مؤلفه‌هایی هستند که این ظرفیت را تقویت می‌کنند. فعالان ایرانی این صنعت با سرعت قابل توجهی در حال ارتقای دانش فنی و بهبود کیفیت محصولات هستند و امروز می‌توان با اطمینان گفت که صنعت پلی‌یورتان کشور، هم در سطح منطقه و هم در بازارهای بین‌المللی، حرف‌های جدی برای گفتن دارد. چشم‌انداز این صنعت را مثبت ارزیابی می‌کنم و معتقدم در صورت هم‌افزایی میان بخش خصوصی و سیاست‌گذاران، می‌توان به جایگاه‌های بالاتری در منطقه و حتی در مقیاس جهانی دست یافت.

پلی‌یورتان- با توجه به نوسانات بازار و قیمت مواد اولیه، شرکت شما چه سیاست‌هایی برای پایداری تولید و مدیریت ریسک اتخاذ کرده است؟ تک نرخی شدن ارز بر روی کسب و کار شما چه اثراتی خواهد داشت؟ قطعی انرژی و اینترنت چه طور؟

عموئیان: تک‌نرخی شدن ارز یکی از تصمیماتی بود که تأثیر مثبتی بر فضای کسب‌وکار گذاشت. مهم‌ترین دستاورد این سیاست، ایجاد شفافیت و امکان برنامه‌ریزی دقیق‌تر برای تولیدکنندگان بود. زمانی که نرخ‌های چندگانه وجود داشت، برآورد قیمت تمام‌شده محصولات با عدم‌قطعیت همراه بود و همین مسئله زمینه بروز رانت و رفتارهای غیرشفاف را فراهم می‌کرد. دونرخی بودن عملاً باعث شکل‌گیری شکاف میان شرکت‌ها می‌شد، برخی بنگاه‌ها به امتیازاتی دسترسی داشتند که برای دیگران فراهم نبود و این موضوع فضای رقابتی ناسالمی ایجاد می‌کرد. تک‌نرخی شدن، ضمن کاهش زمینه‌های رانت، شرایط رقابت را شفاف‌تر و منصفانه‌تر کرده و امکان مقایسه واقعی عملکرد شرکت‌ها را فراهم آورده است. از منظر تولیدکننده، ثبات و پیش‌بینی‌پذیری مهم‌ترین مؤلفه برای مدیریت هزینه، تأمین مواد اولیه و تنظیم قراردادهای فروش است.

در کنار این موضوع، باید به شرایط پرریسک فعلی اقتصاد نیز توجه داشت. فضای امروز کسب‌وکار با عدم‌قطعیت‌های جدی همراه است، از نوسانات بازار گرفته تا تنش‌های منطقه‌ای که عملاً محیطی پرریسک ایجاد کرده‌اند. در چنین شرایطی، به باور من مهم‌ترین راهبرد، حفظ چابکی سازمان است. بر همین اساس، تلاش کرده‌ام ساختار شرکت را از بزرگ‌شدن غیرضروری و ایجاد لایه‌های اداری پیچیده دور نگه دارم. توسعه سازمانی اگر صرفاً به افزایش کاغذبازی و ایجاد زنجیره‌های کم‌اثر منجر شود، نه‌تنها مزیت ایجاد نمی‌کند بلکه سرعت واکنش شرکت را کاهش می‌دهد. در شرایطی که آینده کوتاه‌مدت نیز به‌سختی قابل پیش‌بینی است، چابکی به معنای قدرت مانور بیشتر، تصمیم‌گیری سریع‌تر و واکنش مؤثرتر به تحولات بازار است. یک بنگاه چابک، همانند یک ورزشکار آماده، می‌تواند در موقعیت‌های غیرمنتظره بهتر عمل کند. سبک‌سازی ساختار، تمرکز بر هسته‌های اصلی تولید و حذف فرآیندهای غیرضروری، به ما کمک کرده است انعطاف‌پذیری خود را حفظ کنیم. تجربه شخصی من نشان می‌دهد این رویکرد در فضای پرریسک کنونی کارآمد بوده و رضایت‌بخش نیز بوده است.

پلی‌یورتان- به نظر شما روند آینده صنعت پلی‌یورتان در کشور و جهان چگونه خواهد بود؟

عموئیان: در آینده‌ای نه‌چندان دور شاهد تحول جدی در بسیاری از صنایع خواهیم بود، تحولاتی که بخش مهمی از آن‌ها با توسعه کاربردهای پلی‌یورتان گره خورده است.

برای مثال در صنعت مبلمان، امروز گریدهایی از پلی‌یورتان توسعه یافته‌اند که می‌توانند به‌عنوان جایگزین چوب مورد استفاده قرار گیرند. موادی که ضمن حفظ ظاهر و قابلیت ماشین‌کاری مناسب، وزن کمتر و مقاومت بالاتری نسبت به چوب طبیعی دارند و در عین حال از نظر یکنواختی خواص و پایداری ابعادی عملکرد قابل قبولی ارائه می‌دهند. چنین کاربردهایی می‌تواند مسیر تولید صنعتی را به سمت مواد مهندسی‌شده و پایدارتر هدایت کند.

علاوه بر این، پلی‌یورتان در صنایع پیشرفته‌تر و دفاعی، در داخل کشور و در سطح جهانی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. گستره این کاربردها نشان می‌دهد که پلی‌یورتان صرفاً یک ماده مصرفی ساده نیست، بلکه یک فناوری است که می‌تواند پاسخگوی نیازهای متنوع صنایع مختلف باشد. بر همین اساس، معتقدم پلی‌یورتان یکی از مواد راهبردی در آینده صنعت کشور و حتی در مقیاس جهانی خواهد بود. توسعه دانش فنی، بهبود گریدهای تخصصی و سرمایه‌گذاری هدفمند در این حوزه می‌تواند جایگاه این صنعت را در زنجیره ارزش جهانی بیش از پیش تقویت کند.

چسب بسیار قوی مبتنی بر شبکه مولکولی بافته‌شده پلی‌یورتان-اپوکسی

کاربردهای بالقوه این چسب شامل چسب‌های سازه‌ای، چندسازه‌های با عملکرد بالا، پوشش‌های محافظ، قطعات برقی انعطاف‌پذیر و سایر بخش‌هایی است که نیاز به موادی دارند که تراکم، کشسانی و استحکام را در کنار سبکی نیاز دارند.

یک گروه پژوهشی در دانشگاه Zhejiang چین، معماری جدیدی از بسپار را توسعه داده که پلی‌یورتان و اپوکسی را در یک ساختار مولکولی بافته‌شده ترکیب نموده و چسبی ایجاد می‌کند که به اندازه‌ای قوی است که یک وصله (patch) کوچک به اندازه ناخن انگشت بتواند یک خودروی ۲/۱ تنی را بکشد. این پژوهش در مجله Nature Materials منتشر شده است.

دانشمندان از بافت سنتی نساجی الهام گرفتند. به جای ترکیب بسپارها به روش مرسوم، آن‌ها روشی طراحی کردند که زنجیره‌های انعطاف‌پذیر و صلب را در سطح مولکولی درهم می‌تند، به‌گونه‌ای که پلی‌یورتان به عنوان «رشته تار» و رزین اپوکسی به عنوان «رشته پود» عمل می‌کند. این شبکه مولکولی یک ماده ترکیبی با مقاومت استثنایی، استحکام و مقاومت در برابر شکست ایجاد می‌کند.

طبق مقاله، این معماری بافته‌شده انتقال بار بین بخش‌های بسپار را به‌طور چشمگیری بهبود می‌دهد و عملکرد مکانیکی ماده را فراتر از ترکیب‌های استاندارد می‌برد. در قالب چسب، این ماده بیش از دو برابر مقاومت برشی نمونه‌های کنترل معمولی را نشان داد.

برای نمایش قابلیت‌های چسب جدید، پژوهشگران آن را در یک وصله ۲/۵ × ۱/۳ سانتی‌متر (تقریبا به اندازه یک ناخن) اعمال کردند که توانست یک وسیله نقلیه ۲/۱ تنی را بکشد. گروه پژوهشی این عملکرد را ناشی از همکاری هم‌افزایانه زنجیره‌های نرم پلی‌یورتان (برای انعطاف‌پذیری) و مناطق سخت اپوکسی (برای استحکام) می‌داند، که همه در یک شبکه شبیه به بافت نساجی محکم شده‌اند.

نویسندگان مقاله می‌گویند این روش می‌تواند مسیر جدیدی برای طراحی بسپارهای مهندسی‌شده با ویژگی‌های عملکردی خاص باز کند. کاربردهای بالقوه شامل چسب‌های سازه‌ای، چندسازه‌های پیشرفته، پوشش‌های محافظ، قطعات برقی انعطاف‌پذیر و سایر بخش‌هایی است که ترکیبی از مقاومت، انعطاف و استحکام را در کنار سبکی نیاز دارند.

این مطالعه همچنین علاقه روزافزون به سامانه‌های ترکیبی PU را تقویت می‌کند و نشان می‌دهد که معماری در سطح مولکولی می‌تواند عملکردی بسیار فراتر از روش‌های سنتی ترکیب بسپارها فراهم نماید.

Source: https://www.pu-magazine.com/pu/news/meldungen/20251118-woven-pu-epoxy-strong-adhesive.php

استفاده از پلی‌یورتان مبتنی بر پلی‌اول‌های روغن نارگیل می‌تواند مانع ورود آب به ملات‌ها شود

محققان در فیلیپین استفاده از ملات جدید آب‌گریز حاوی پلی‌یورتان تولیدشده از پلی‌ال روغن نارگیل را بررسی کرده‌اند.

ملات یک ماده حیاتی در ساخت‌وساز است، اما عمر مفید آن می‌تواند به دلیل جذب آب کاهش یابد. یک گروه پژوهشی از دانشگاه ایالتی Mindanao، فیلیپین، استفاده از ملات آب‌گریز نوآورانه‌ای را که حاوی پلی‌یورتان ساخته‌شده از پلی‌ال روغن نارگیل است، مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج این تحقیق در مجله علمی Scientific Reports منتشر شده است.

این مطالعه بررسی می‌کند که افزودن مقادیر اندکی از پلی‌یورتان مبتنی بر روغن نارگیل (COPU) به ملات سنتی، چگونه باعث افزایش قابل‌توجه آب‌گریزی و دوام ملات می‌شود.

در این پژوهش، گروه پژوهشی مقادیر متفاوتی از COPU (۰-۷۰ درصد وزنی) را به مخلوط استاندارد سیمان-شن-آب اضافه کردند و دریافتند که افزودن تنها ۲ درصد وزنی COPU بهترین تعادل خواص را ایجاد می‌کند. در این سطح، ملات اصلاح‌شده زاویه تماس آب حدود ۱۲۵° داشت، در حالی که ملات کنترل بدون COPU حدود ۱۱۰° بود، که نشان‌دهنده رفتار بسیار قوی‌تر در برابر نفوذ آب است.

در همان فرمول‌بندی، جذب آب ملات پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری تقریباً ۵۴ درصد نسبت به نمونه‌های کنترل کاهش یافت مقاومت فشاری از حدود ۱۳/۱ مگاپاسکال به ۱۸/۴ مگاپاسکال در سطح ۲ درصد وزنی COPU افزایش یافت که تقریبا ۴۰ درصد بهبود را نشان می‌دهد. مطالعات ریزساختاری (SEM) نشان داد که شبکه COPU حفره‌های اطراف محصولات آب‌پوشی سیمان را پر می‌کند، در حالی که XRD نشان داد که فازهای بلورین معمول آب‌پوشی سیمان توسط ماتریس بسپاری مختل شده‌اند.

پژوهشگران بیان کردند که این ماده چندین مزیت ارائه می‌دهد: مقاومت و دوام بالاتر در برابر آب، چگالی کمتر نسبت به ملات استاندارد، و استفاده از یک ماده اولیه زیست‌پایه تجدیدپذیر (روغن نارگیل) به جای بسپارهای مشتق از نفت. به گفته آن‌ها، کاربردهای بالقوه شامل محیط‌های مرطوب یا دریایی، زیرساخت‌های در معرض رطوبت، و ساخت‌وساز سبک برای سازه‌های بلندمرتبه یا مقاوم در برابر زلزله است. پژوهشگران یادآور می‌شوند که انجام پژوهش‌های بیشتر در زمینه دوام بلندمدت، مقیاس‌پذیری و توجیه‌پذیری اقتصادی ضروری است.

Source: https://www.pu-magazine.com/pu/news/meldungen/20251121-coconut-oil-polymer-to-repel-water-absorption-in-mortar.php

کاربرد رو به گسترش پلی‌یورتان در ساخت‌وساز

پلی‌یورتان در انواع کاربردهای ساختمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ از قاب‌بندهای اسفنجی سخت گرفته تا چسب‌ها و درزگیرها، پوشش‌ها و همچنین به‌عنوان ماده اتصال‌دهنده در قاب‌بندهای چوبی چندسازه.

در سال ۲۰۲۴، مجموعا ۵/۸۳ میلیون تن پلی‌یورتان برای این بازارها در سراسر جهان تولید شد.

مناطق اروپا، خاورمیانه و آفریقا (EMEA) بیشترین میزان تولید را به خود اختصاص داده است و پس از آن آمریکای شمالی و آسیا قرار دارند. تولید آمریکای جنوبی در مقایسه با این مناطق بسیار کم است.

رشد این بخش به‌طور بسیار نزدیکی بازتاب‌دهنده عملکرد صنعت ساخت‌وساز است، به‌ویژه شاخص‌هایی مانند شروع پروژه‌های مسکونی، تکمیل واحدهای مسکونی و صدور مجوزهای ساخت. در مورد محصولات اسفنج سخت، مصرف همچنین تحت‌تاثیر نیاز به عایق‌کاری کارآمدتر ساختمان‌ها قرار دارد.

در سال ۲۰۲۴، بازار جهانی ساخت‌وساز ۲/۳ درصد رشد کرد؛ رشدی که نسبت به سال قبل کاهش‌یافته محسوب می‌شود. در حالی که پروژه‌های زیرساختی محرک رشد بودند، ساخت‌وساز مسکونی با رکود یا کاهش مواجه شد.

بزرگ‌ترین دسته محصولات، قاب‌بندهای روکش‌منعطف هستند، شامل تخته‌های PIR یا پلی‌ایزو (polyiso boardstock) و پس از آن قاب‌بندهای ساندویچی و اسفنج پاششی پلی‌یورتان (SPF) قرار دارند. بخش‌های مربوط به چسب‌ها، درزگیرها و پوشش‌ها اندکی کوچک‌تر هستند.

در تمام این حوزه‌ها، پلی‌یورتان با مواد جایگزین رقابت می‌کند؛ موادی مانند XPS، EPS و الیاف معدنی برای عایق‌کاری، اپوکسی‌ها برای چسب‌ها، و سیلیکون‌ها برای درزگیرها.

شیمی پلی‌یورتان معمولا گران‌تر است، اما در بسیاری از کاربردها عملکردی به‌مراتب برتر دارد.

اسفنج پلی‌یورتان به‌عنوان یک عایق گرمایی برجسته عمل می‌کند و با بهبود کارایی گرمایی در دیوارها، سقف‌ها و کف‌ها، منجر به کاهش هزینه‌های گرمایش و سرمایش می‌شود. قابلیت چسبندگی قوی و چندمنظوره پلی‌یورتان، آن را به گزینه‌ای ممتاز برای درزگیری اتصالات، ترک‌ها و شکاف‌ها در بخش‌های مختلف ساختمان و عناصر سازه‌ای تبدیل کرده است. همچنین می‌توان از آن برای اتصال مواد مختلفی مانند چوب، فلز، پلاستیک و شیشه استفاده کرد.

در همین حال، پوشش‌های پلی‌یورتان حفاظت، دوام و عایق‌کاری بسیار خوبی فراهم می‌کنند و به‌طور گسترده در صنعت ساخت‌وساز و ساختمان‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرند. غشاهای مایع پلی‌یورتان نیز برای عایق‌بندی رطوبتی به کار می‌روند و یک لایه مقاوم و انعطاف‌پذیر ایجاد می‌کنند که سطوح را در برابر آسیب‌های ناشی از آب محافظت می‌کند.

در نهایت، پلی‌یورتان به‌عنوان چسباننده در محصولات چوب چندسازه عمل می‌کند و استحکام، مقاومت در برابر رطوبت و دوام این محصولات را افزایش می‌دهد.

برای دوره ۲۰۲۴ تا ۲۰۲۸، شرکت IAL رشد سالانه متوسط ۳/۳ درصد را برای محصولات پلی‌یورتان ساختمانی پیش‌بینی می‌کند.

بالاترین نرخ رشد برای قاب‌بندهای سخت ناپیوسته و عایق‌کاری لوله در لوله (pipe-in-pipe) انتظار می‌رود.

رشد کمتر برای اسفنج تختال سخت (rigid slabstock) و اسفنج تک‌جزئی (OCF) پیش‌بینی شده است.

محصولات چسب‌ها، درزگیرها و پوشش‌ها (CAS) نیز رشد سالانه ثابت حدود ۳ درصد را نشان می‌دهند.

در منطقه EMEA، بزرگ‌ترین دسته‌ها شامل قاب‌بندهای سخت پیوسته و قاب‌بندهای روکش‌منعطف هستند. انتظار می‌رود که بالاترین نرخ‌های رشد مربوط به اسفنج پاششی و لوله‌های پیش‌عایق‌شده باشد. مورد دوم از توسعه و نوسازی سامانه‌های گرمایش و سرمایش منطقه‌ای (district heating & cooling) سود می‌برد.

در آمریکای شمالی، تخته‌های پلی‌ایزو (polyiso boardstock) بخش اصلی تولید را تشکیل می‌دهند و پس از آن اسفنج پاششی قرار دارد. پلی‌ایزو در کاربردهای پوشش سقف ساختمان‌های تجاری، مانند انبارها و مراکز داده، محبوب است، در حالی که SPF معمولا در کاربردهای مسکونی برای عایق‌کاری و محافظت در برابر شرایط جوی به‌کار می‌رود.

تولید آمریکای جنوبی معمولا بسیار کمتر است و بزرگ‌ترین بخش‌ها شامل پوشش‌های معماری و قاب‌بندهای ساندویچی هستند. تولید درزگیرهای پلی‌یورتانی و لوله‌های پیش‌عایق‌شده در این منطقه ناچیز است.

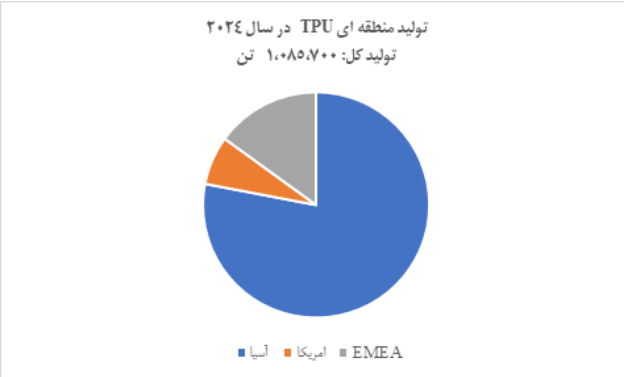
در همین زمان، در آسیا مهم‌ترین بخش‌ها شامل قاب‌بندهای سخت، پوشش‌های معماری و پوشش‌های سقف/مخزن/عرشه هستند.

Source: https://www.utech-polyurethane.com/information/pu-powers-construction

بازار TPU رشد می‌کند، اما فشار رقابتی TPEها رو به افزایش است

همکاری‌ها باعث حفظ محبوبیت TPU در بخش خودروسازی شده‌اند.
بازار TPU نسبت به سایر بخش‌های صنعت پلی‌یورتان کمتر تحت تاثیر بحران اقتصادی قرار گرفته و طبق گزارش IAL Consultants، در سال ۲۰۲۴ رشد قوی خود را ادامه داده و انتظار می‌رود در سال‌های پیش‌رو موفقیت متوسطی کسب کند.
در گزارشی با عنوان "مرور جهانی بازار پلی‌یورتان گرمانرم (TPU)"، این شرکت دریافته است که تولید جهانی TPU در سال ۲۰۲۴ ۴/۵ درصد افزایش یافته و به ۱/۰۹ میلیون تن رسیده است. بخش‌های رانشگری و قالب‌گیری تزریقی همچنان بخش‌های غالب بازار هستند و بیش از ۸۰ درصد کل تولید را به خود اختصاص می‌دهند. چسب‌ها و پوشش‌ها رشد متوسطی داشته‌اند، در حالی که چاپ سه‌بعدی همچنان یک بخش کوچک و با تغییرات حداقلی است.
کل مصرف TPU در سال گذشته ۱/۱ میلیون تن بوده و انتظار می‌رود تقاضا امسال با کاهش به ۲/۵ درصد رشد کند، زیرا مسائل اقتصادی و سیاسی رشد مصرف را به ۱/۴ درصد محدود می‌کنند. بیشترین رشد مصرف در سال ۲۰۲۴ مربوط به گونه‌های پوشش‌دهی (coatings grades) بوده است.
منطقه آسیا-اقیانوسیه همچنان بزرگ‌ترین تولیدکننده TPU در جهان است و ۷۸ درصد تولید جهانی در این منطقه انجام می‌شود. در واقع، بخش قابل توجهی از رشد ۲/۵ درصد تقاضا در سال جاری ناشی از بهبود تولید در چین است. اروپای غربی دومین منطقه بزرگ تولیدکننده باقی مانده و پس از آن آمریکای شمالی قرار دارد. تولید در سایر مناطق محدود است.
بخش بازار تولیدکنندگان TPU بسیار پراکنده است و از تعداد زیادی شرکت کوچک و متوسط تشکیل شده که محصولات سفارشی برای تنوع بالایی از کاربردهای نهایی تولید می‌کنند. بسیاری از این شرکت‌ها مواد اولیه خود را از طریق خانه سامانه‌های (system house) PU و توزیع‌کنندگان مختلف تامین می‌کنند، که برآورد دقیق کل تولید محصولات و تقاضای مواد اولیه را دشوار می‌سازد، حتی با اینکه اکثر مواد اولیه توسط تعداد محدودی شرکت تولید می‌شوند.
گزارش همچنین تاکید می‌کند که رشد آینده TPU بسیار به نوآوری وابسته است. نیاز به گونه‌های تخصصی‌تر برای ارائه راهکارهای پیشرفته وجود دارد؛ به‌عنوان مثال، چاپ سه‌بعدی که در حال کسب سهم بازار است، به دلیل محدودیت مواد موجود در بازار هنوز در سطح کاربردی محدود باقی مانده و بنابراین گونه‌های رانشگری در این حوزه رایج هستند.
همچنین تقاضای رو به رشد TPU در کاربردهای برد مدار چاپی (PCB) مشاهده می‌شود، زیرا حوزه الکترونیک چاپی همچنان در حال تکامل است. فناوری‌های پیشرفته، از جمله چاپ صفحه‌ای (screen printing) و چاپ جوهرافشان (inkjet printing)، اکنون برای ایجاد مدارهای هوشمند روی فیلم‌های انعطاف‌پذیر با دقت و هزینه بهینه‌تر به‌کار گرفته می‌شوند. پیشرفت‌های اخیر باعث بهبود قابلیت فرایندپذیری TPU شده، میزان جذب آب کاهش یافته و چسبندگی و وضوح چاپ بهبود یافته است.

این پیشرفت‌ها امکان خم شدن، رول شدن، برش و لایه لایه شدن آسان‌تر فیلم‌های مبتنی بر TPU را فراهم کرده و ادغام آن‌ها در نساجی هوشمند، دستگاه‌های پوشیدنی و کاربردهای ساختمانی را تسهیل کرده است.
علاوه بر این، مطالعات اخیر نشان داده‌اند که عملکرد TPU در کاربردهای برد مدار چاپی (PCB) با افزودن نانومواد هادی می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی بهبود یابد و به این ترتیب دامنه کاربرد آن در دستگاه‌های نوظهور اینترنت اشیا (IoT) گسترش می‌یابد.



بازار TPU با رقابت فزاینده از سوی گونه‌های نوظهور لاستیک‌های گرمانرم تخصصی (TPE) مواجه است. تولیدکنندگان تحت فشار مستمر برای بهبود خواص TPU هستند و پیشرفت‌های اخیر در دوره ۲۰۲۳–۲۰۲۴ منجر به سرعت بالاتر بلورینگی، افزایش کشسانی و رسانایی برقی، بهبود پایداری شیمیایی و نوری، افزایش مقاومت در برابر میکروب‌ها و حس نرم‌تر، و گستره دمای عملیاتی وسیع‌تر شده است.
علاوه بر این، توسعه مواد ترکیبی (هیبرید) TPU که قدرت چند گرمانرم را با هم ترکیب می‌کنند، شتاب گرفته و دامنه کاربرد TPU را در بازارهای پیشرفته و عملکردمحور گسترش داده است.
در سال ۲۰۲۴، صنعت خودروسازی پیشگام نوآوری TPU بود و همکاری‌های جدیدی بین تولیدکنندگان اروپایی و شرکت‌های شیمیایی شکل گرفت. بر پایه موفقیت خودروی مفهومی برقی سیتروئن و BASF، مشارکت‌های جدیدی برای ادغام
فرمول‌بندی‌های TPU در کاربردهای داخلی خودروها شکل گرفته است:
• BMW و Covestro سامانه بالشتک صندلی مبتنی بر TPU را توسعه داده‌اند.
• Audi و BASF ترکیب جدیدی از TPU برای قطعات داشبورد معرفی کرده‌اند.
• Mercedes-Benz در حال آزمایش چندسازه‌های نسل بعدی TPU برای نورپردازی تطبیقی داخلی و عناصر تزئینی انعطاف‌پذیر است.

Source: https://www.utech-polyurethane.com/news/ial-consultants-reports-solid-growth-thermoplastic-polyurethane-market

پلی‌یورتان زیست‌پایه در صورت تبدیل شعارها به عمل، از محرک اقتصاد زیستی اتحادیه اروپا بهره‌مند خواهد شد

پلی‌ال‌های مشتق از روغن‌های گیاهی (مانند کرچک) می‌توانند از حمایت اتحادیه اروپا بهره‌مند شوند

بروکسل – بخش پلی‌یورتان اروپا قرار است یکی از بهره‌برداران اصلی چارچوب راهبردی جدید گروه اروپا برای «اقتصاد زیستی رقابتی و زیست‌پایدار اتحادیه اروپا» باشد. این چارچوب، مواد زیست‌پایه – از جمله پلاستیک‌های زیستی و مواد شیمیایی پیشرفته زیست‌پایه – را در مرکز گذار صنعتی اتحادیه قرار می‌دهد. این راهبرد که در بروکسل معرفی شد، ارزش اقتصاد زیستی را تا ۲/۷ تریلیون یورو و اشتغال ۱۷/۱ میلیون نفر در سال ۲۰۲۳ عنوان می‌کند. هدف آن، افزایش نوآوری و سرمایه‌گذاری در مواد خام تجدیدپذیر و کاهش وابستگی به واردات سوخت‌های فسیلی است.

برای پلی‌یورتان، این می‌تواند به معنای حمایت قوی‌تر سیاستی و مالی از پلی‌ال‌های زیست‌پایه، واسطه‌های ایزوسیانات با محتوای بیوژنیک و خوراک‌های کربن زیست‌زاد (biogenic) مورد استفاده در اسفنج‌ها، لاستیک‌ها، پوشش‌ها و چسب‌ها باشد. این موارد شامل پلی‌اتر و پلی‌استر پلی‌ال‌های مشتق از روغن‌های گیاهی، قندها، لیگنین و حتی دی‌اکسیدکربن زیست‌زاد جذب‌شده است.

گروه اروپایی، مجموعه‌ای از «بازارهای نوآورانه برای مواد و فناوری‌های زیست‌پایه» را شناسایی کرده و مواد شیمیایی، پلاستیک‌ها، مصالح ساختمانی و زیست‌پالایشگاه‌ها (biorefinery) را در میان بخش‌های اولویت‌دار نام برده است. پلی‌یورتان در هر سه بخش جای می‌گیرد: اسفنج‌ها و لاستیک‌ها در خودروسازی و مبلمان، عایق‌های سخت در ساختمان‌ها و سامانه‌های تخصصی در پوشش‌ها و چسب‌ها. طبق گفته انجمن پلاستیک‌های زیستی اروپا(EUBP)، تحت چارچوب جدید، چنین موادی دیگر به‌عنوان پروژه‌های تحقیق و توسعه جزئی محسوب نمی‌شوند، بلکه بخشی از «ستون راهبردی پایه صنعتی آینده اروپا» هستند. این انجمن، راهبرد را به‌عنوان یک تغییر قاطع به سمت استقرار و مقیاس صنعتی استقبال کرده است.

ویژگی مرکزی این راهبرد، ایجاد «ائتلاف اروپا زیست‌پایه» است که شرکت‌های اتحادیه اروپا را گرد هم می‌آورد تا به‌طور جمعی تا سال ۲۰۳۰، راهکارهای زیست‌پایه به ارزش ۱۰ میلیارد یورو خریداری کنند. اگرچه این ائتلاف محدود به یک خانواده بسپار خاص نیست، اما انتظار می‌رود سازوکار تجمع تقاضا شامل پلی‌ال‌های زیست‌پایه و سایر بلوک‌های سازنده پلی‌یورتان باشد که در بخش‌هایی مانند خودروسازی، مبلمان، اسفنج‌های بسته‌بندی و ساخت‌وساز استفاده می‌شوند. این ائتلاف در کنار گروه پیشنهادی «گروه توسعه سرمایه‌گذاری اقتصاد زیستی» طراحی شده تا ریسک تامین مالی واحدهای نخستین‌نوع (first-of-a-kind plant) را کاهش دهد. این شامل واحدهای بزرگ مقیاس پلی‌ال زیست‌پایه، حلقوی‌های زیستی یا زیست‌پالایشگاه‌ها است که زنجیره ارزش پلی‌یورتان برای عبور از مقیاس پایلوت و دمو به آن‌ها نیاز دارد.

گروه همچنین وعده «چارچوب مقرراتی منسجم و ساده‌شده» با تصویب‌های سریع‌تر برای مواد نوآورانه را داده است. برای فعالان پلی‌یورتان که روی فرمول‌بندی‌های جدید زیست‌پایه، یاریگرهای نو یا سامانه‌های بدون ایزوسیانات کار می‌کنند، تسهیل مجوزها می‌تواند زمان ورود به بازار را کاهش داده و بازگشت سرمایه تحقیق و توسعه را بهبود بخشد.

در حالی که بخش عمده تمرکز سیاسی در بروکسل بر روی مقررات بسته‌بندی و ضایعات بسته‌بندی (PPWR) بوده است، راهبرد جدید اقتصاد زیستی به‌طور صریح پلاستیک‌های زیست‌پایه را در چارچوب آن قرار می‌دهد. این نشان می‌دهد که معیارها و اهداف برای پلاستیک‌های زیست‌پایه در سال ۲۰۲۷ اتخاذ خواهند شد. EUBP تاکید می‌کند که پلاستیک‌های زیست‌پایه باید «به‌صورت مکمل با اهداف محتوای بازیافتی و به‌طور منسجم در بخش‌ها و کاربردها» حمایت شوند؛ نشانه‌ای از این که گروه می‌خواهد از ایجاد رقابت میان بازیافت مکانیکی و خوراک‌های تجدیدپذیر جلوگیری کند. این نکته برای پلی‌یورتان مهم است، جایی که بازیافت شیمیایی، بازبندی و قندکافت در کنار تلاش‌ها برای افزایش محتوای زیست‌پایه در حال پیشرفت است.

یکی از نگرانی‌های تولیدکنندگان پلی‌یورتان، دسترسی بلندمدت به زیست‌توده زیست‌پایدار با قیمت رقابتی، با توجه به کاربردهای رقابتی در زیست‌انرژی، سوخت‌ها و سایر مواد است. استراتژی‌خبردژی این موضوع را با تاکید دوباره بر اصل «استفاده آبشاری» که اولویت را به کاربردهای مواد با ارزش بالا می‌دهد تا مصرف برای انرژی، پاسخ می‌دهد. گروه بر نیاز به خودکفایی نسبی اروپا در زیست‌توده تاکید می‌کند، در حالی که مدیریت جنگل‌ها، خاک‌ها و آب را در چارچوب محدودیت‌های بوم‌شناسی ضروری می‌داند. جریان‌های زیست‌توده ثانویه مانند باقیمانده‌های کشاورزی، محصولات جانبی و زباله‌های آلی به‌عنوان منابع کلیدی برجسته شده‌اند، که با کارهای در حال انجام در بخش پلی‌یورتان برای پلی‌ال‌های مشتق از گلیسیرین خام، روغن چوب (tall oil)، لیگنین و باقیمانده‌های صنایع غذایی هم‌راستا است.

راهبرد به‌تنهایی کافی نیست

شورای صنعت شیمیایی اروپا (Cefic) از راهبرد استقبال کرد، اما هشدار داد که باید با قوانین سخت و تقاضای واقعی بازار پشتیبانی شود. به گفته دبیرکل Cefic اروپا به اقدام و اجرا نیاز دارد. این به معنای چارچوب قانونی محکم برای محصولات صنعتی زیست‌پایه، چشم‌انداز روشن برای تولید داخلی و واردات و از همه مهم‌تر سیاست‌هایی است که تقاضا برای محصولات کم‌کربن، زیست‌پایه و مدور را ایجاد می‌کنند. بدون آن تقاضا، هیچ توجیه اقتصادی وجود ندارد.

Cefic چند شکاف را برجسته کرد که به نظر می‌رسد خطر کند شدن استقرار در عمل را دارند.

اول، هنوز هیچ ابزار قانونی سراسری اتحادیه اروپا برای ایجاد یک بازار واحد واقعی برای محصولات زیست‌پایه وجود ندارد. در عمل، این به این معنی است که تولیدکنندگان پلی‌یورتان ممکن است با قوانین ملی پراکنده در مورد اینکه چه چیزی «زیست‌پایه» محسوب می‌شود، چگونه محتوای آن اندازه‌گیری و برچسب‌گذاری می‌شود و چه مشوق‌هایی اعمال می‌شود، مواجه شوند. Cefic هشدار می‌دهد که چنین تکه‌تکه‌بودنی سرمایه‌گذاری در واحدهای بزرگ و یکپارچه که چندین کشور عضو را خدمت می‌کنند، دلسرد می‌کند.

دوم، بسیاری از اقدامات مطرح‌شده در راهبرد همچنان داوطلبانه هستند یا صرفا سیاست‌های موجود را تکرار می‌کنند و مشوق‌های جدید کمی برای تسریع پروژه‌ها ارائه می‌دهند. برای بخش‌های سرمایه‌بر مانند ایزوسیانات‌ها و پلی‌ال‌ها که دوره بازگشت سرمایه طولانی دارند، این عدم قطعیت تصمیم‌گیری برای تغییر از خوراک‌های فسیلی به مسیرهای زیست‌پایه را دشوارتر می‌کند.

سوم، Cefic معتقد است که راهبرد در تقویت پایه صنعتی اروپا و تضمین زنجیره تامین زیست‌توده مقاوم ناکافی است. تولیدکنندگان پلی‌یورتان برای مقیاس‌بندی اسفنج‌ها، لاستیک‌ها و پوشش‌های زیست‌پایه به دسترسی قابل‌اعتماد به قندها، روغن‌ها، مواد لیگنوسلولوزی و جریان‌های زیست‌توده ثانویه پایدار نیاز دارند. Cefic می‌خواهد راهبرد «از شعار به اقدام» تبدیل شود. این، به گفته این شورا، به معنی تبدیل اهداف به قوانین و علائم بازار واضح و قابل پیش‌بینی است که از سرمایه‌گذاری بلندمدت در اروپا حمایت می‌کند.

جذب موثر آلاینده‌ها با استفاده از اسفنج‌های پلی‌یورتان

در سال‌های اخیر، پژوهش‌های مختلفی بر روی فرمول‌بندی‌ها و اصلاحات گوناگون اسفنج‌های پلی‌یورتان (PU) برای افزایش توانایی جذب آلاینده‌ها انجام شده که نشـــان‌دهنده پتانسیل این اسفنج‌ها در مقابله با آلودگی هوا و آب است.

پژوهشـــگران در حال بهبود شـــیمی ســـطح اســـفنج‌های PU هســـتند تا جذب‌پذیری آن‌ها نسبت به آلاینده‌ها افزایش یابد. با اصلاح سطح اسفنج و افزودن گروه‌های عملکردی خاص، دانشمندان ظرفیت اسفنج برای جذب و نگهداری انـــواع آلاینده‌ها، از جمله ترکیبات آلی فـــرار (VOCs)، فلزات سنگین و مواد شـــیمیایی آلی را افزایش می‌دهند. علاوه بر این، تنظیم دقیق ساختار حفره‌ای اسفنج PU باعث بهینه‌سازی فرایند جذب آلاینده می‌شود. کنترل اندازه و توزیع حفره‌ها ســـطح موثر اســـفنج را افزایش می‌دهد و در نتیجـــه ظرفیت جذب آن بهبود می‌یابد، که عملکرد جذب آلاینده را به‌طور قابل‌توجهی تقویت می‌کند.

مطالعات موردی درباره جذب آلاینده‌ها

حذف SARS-CoV-۲ از آب

یک مطالعه منتشـــر شـــده در مجله «Environmental Science and Pollution Research» به توســـعه یک چندسازه اسفنج زیســـت‌پایه PU برای حذف SARS-CoV-۲ از آب پرداخته اســـت. این اسفنج زیست‌پایه که با استفاده از پسماندهای ته‌نشین‌شده (dregs waste) صنعت خمیر و کاغذ ساخته شده، به کارایی حذف ۹۱/۵۵ درصد دســـت یافته است. این مطالعه نشان داد که افزودن مواد پرکننـــده مختلف به اســـفنج‌های PU می‌تواند قابلیت حذف آلاینده‌ها را افزایش دهد.

حذف نفت خام

مطالعه دیگری بر روی اشباع‌سازی اســـفنج‌های PU با لیگنین برای حذف نفت خام از آب آلوده متمرکز بود. پژوهش نشـــان داد که سطح بسیار زیاد و تخلخل بالای اســـفنج به طور قابل توجهی در اثربخشـــی آن در جذب هیدروکربن‌هـــا نقش دارد. در نتیجه، این اســـفنج گزینه‌ای مناســـب برای پاکسازی نشت نفت محسوب می‌شود.

علاوه بر این، پیشـــرفت‌های اخیر در اصلاح اســـفنج‌های PU، قابلیت‌های آن‌ها در مقابله با آلودگی نفتی را بیشتر کرده است. بنابراین، اسفنج‌های PU به جزئی حیاتی از تلاش‌های حفاظت محیط زیست تبدیل شده‌اند.

علاوه بر این، خواص آب‌گریزی و روغن‌دوســـتی این اســـفنج‌ها، جذب انتخابی نفت را ممکن می‌ســـازد و هم‌زمان آب را دفع می‌کند. این ویژگی، اسفنج‌های PU را برای جداسازی نفت از منابع آبی ایده‌آل می‌کند. همچنین، قابلیت بازیافت و مقرون‌به‌صرفه بودن آن‌ها، راه‌حل زیســـت‌پایداری برای پاکسازی نشت‌های نفتی در مقیاس بزرگ ارائه می‌دهد.

تلاش‌ها برای بازیافت و پایداری

پروژه PUReSmart، که توســـط برنامه Horizon ۲۰۲۰ اتحادیه اروپا حمایت می‌شـــود، فناوری‌هایی برای فرایندهـــای پایان عمـــر (EoL) محصولات پلی‌یورتان ایجاد کرد. پژوهشگران روش‌های بازیافت شیمیایی و مکانیکی را ترکیـــب کردند تا ضایعات پلی‌یورتان را بازیابـــی و ارزش افزایی کنند. هـــدف این پروژه، حرکت از چرخه خطی به مدل اقتصاد چرخشـــی برای محصولات PU و تضمین بازیابی زیست‌پایدار و کارآمد مواد بود.

کاربردهای صنعتی PU و چشم‌انداز آینده

پژوهشـــگران به‌طور فعال در حال بررسی استفاده از اسفنج‌های پلی‌یورتان در سامانه‌های تصفیه هوا هستند تا به‌طور موثر آلاینده‌های معلق در هوا را از منابعی مانند انتشارهای صنعتی، نیروگاه‌ها و ترابری جذب کنند. جذب بـــالای ذاتی و ویژگی‌های قابل تنظیم اســـفنج‌های PU، آن‌هـــا را برای این کاربردها بسیار مناسب می‌سازد.

پیشـــرفت‌های آینده در فناوری اسفنج PU احتمالا بر توسعه مواد با ظرفیت جـــذب بالاتر و انتخاب‌پذیـــری خاص برای آلاینده‌هـــای مختلف تمرکز خواهد کرد. افزودن نانومواد مانند اکســـید گرافن یـــا نانولوله‌های کربنی، ویژگی‌های ساختاری و عملکردی اسفنج‌ها را بیشتر بهبود می‌بخشد.

با توجه به گرایش به سمت زیست‌پایداری، نوآوری‌ها در فرایندهای تولید اسفنج PU در حال انجام است. پژوهشگران در حال بررسی تولید اسفنج‌های پلی‌یورتان زیســـت‌پایه از منابع تجدیدپذیر هستند تا اثرات زیست‌محیطی تولید اســـفنج را کاهش داده و چرخه عمر زیست‌پایدارتری برای این مواد ایجاد کنند. علاوه بر این، تلاش‌هایی برای توســـعه اسفنج‌های پلی‌یورتان بدون ایزوسیانات نیز در جریان است تا استفاده از ایزوسیانات‌های سمی را حذف کرده و جایگزینی سبزتر فراهم شود.

Source: https://www.plasticsengineering.org/2024/07/effective-pollutant-absorption-using-polyurethane-foams-005523/

چگونه LIFE-VICORPAN نسل بعدی راهکارهای سرمایش زیست‌پایدار را شکل می‌دهد

از مواد نوآورانه تا طراحی چرخه‌ای: نتایج پروژه

از چشم‌انداز تا دستاورد

پروژه LIFE-VICORPAN با هدفی روشن و بلندپروازانه آغاز شد: بازتعریف یخچال‌ها با ساخت دستگاه‌هایی که از نظر مصرف انرژی بهینه‌تر، سبک‌تر و قابل بازیافت‌تر باشند. این پروژه که توسط شرکت Cannon هماهنگ می‌شد و با همکاری Epta Italia، BASF و Epta France اجرا شد، قصد داشت دانش صنعتی و تخصص علمی را برای طراحی نسل بعدی راهکارهای عایق‌کاری سازگار با محیط زیست ترکیب کند.

در قلب این تحول، قاب‌بندهای عایق خلا (Vacuum-Insulated Panel, VIP) ساخته شده از پلی‌یورتان قرار دارند؛ ماده‌ای که خواص عایق گرمایی فوق‌العاده، وزن کم و قابلیت بازیافت کامل را فراهم می‌کند و آن را برای کاربردهایی که اصول اقتصاد چرخشی را دنبال می‌کنند، ایده‌آل می‌کند.

از موفقیت آزمایشگاهی تا عملکرد در دنیای واقعی

این مسیر با یک اسفنج پلی‌یورتان سلول باز توسعه‌یافته توسط BASF آغاز شد. با بهینه‌سازی فرایند تولید، پژوهشگران توانستند با استفاده از اسفنج پلی‌یورتان سلول باز محصور شده در داخل قاب‌بندهای VIP به رسانایی گرمایی کمتر از ۷ mW/m/K دست یابند؛ این یک نقطه عطف مهم در کارایی عایق‌کاری محسوب می‌شود.

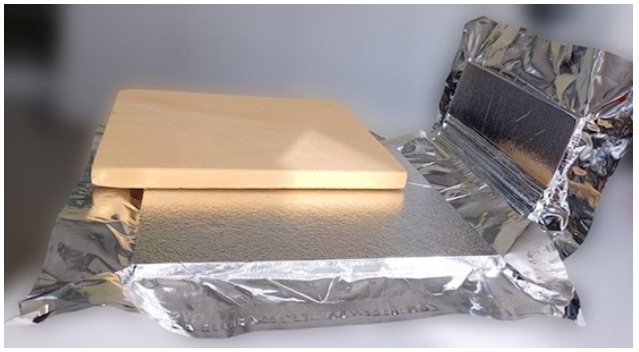
با رهبری Cannon در بخش توسعه فنی و با بهره‌گیری از تخصص Epta Italia و Epta France در یکپارچه‌سازی صنعتی، گروه توانست از نمونه‌های اولیه آزمایشگاهی به قاب‌بندهای VIP در ابعاد واقعی و مناسب برای واحدهای واقعی تبرید دست یابد. این قاب‌بندها با دقت مهندسی شده‌اند تا در طراحی استاندارد یخچال‌ها قرار بگیرند، اتلاف انرژی از طریق قاب‌بندهای گرمایی را کاهش دهند و بازدهی کلی دستگاه را بهبود بخشند. قاب‌بندهای VIP خمیده نیز مورد آزمایش قرار گرفتند و پتانسیل کاربردهای گسترده‌تری مانند آب‌گرم‌کن‌ها و سایر سامانه‌های گرمایی را نشان دادند. این چندکاربردی بودن نشان می‌دهد که نوآوری در مواد چگونه می‌تواند در صنایع مختلف اثر تحول‌آفرین داشته باشد.

بستن حلقه: طراحی مدور

زیست‌پایداری در سراسر پروژه محور اصلی بود. گروه LIFE-VICORPAN مفهوم «Eco-VIP» را معرفی کرد؛

قاب‌بندهایی که می‌توان آن‌ها را با تعویض ساده فیلم خارجی، در حالی که هسته عایق دست‌نخورده باقی می‌ماند، بازسازی کرد. این رویکرد طول عمر قطعات را افزایش داده و به‌طور قابل توجهی ضایعات را کاهش می‌دهد.

همچنین توسعه یک فرایند جدید بازیافت و ارتقای ارزش (upcycling) برای ضایعات پلی‌یورتان، تحول‌آفرین بود. با خرد کردن و فشرده‌سازی ضایعات تولید، پژوهشگران VIPهای جدیدی با عملکرد بهبود یافته ایجاد کردند که رسانایی گرمایی آن‌ها تا ۵/۲ mW/m/K کاهش یافت. این فرایند که در حال حاضر در مرحله ثبت اختراع است، مواد پایان عمر را به محصولی با ارزش بالاتر تبدیل می‌کند و معیار جدیدی برای تولید مدور در صنعت عایق‌کاری تعیین می‌کند.



ایجاد تغییر در صنعت یخچال‌سازی

پس از چندین سال همکاری، LIFE-VICORPAN با موفقیت به اهداف خود دست یافته و نشان داده که زیست-پایداری و عملکرد بالا می‌توانند هم‌زمان محقق شوند. قاب‌بندهای حاصل فوق‌العاده سبک هستند (کمتر از ۵۵ گرم بر لیتر)، عایق‌کاری عالی فراهم می‌کنند، خواص مکانیکی خوبی دارند و به‌طور کامل قابل بازیافت هستند که این ویژگی‌ها مطابق با اهداف اروپا برای تولید زیست پایدار و بهره‌وری انرژی می‌باشند.

با بازتصور آنچه در داخل دیواره‌های یخچال قرار دارد، Cannon، BASF، Epta Italia و Epta France نشان داده‌اند که چگونه پژوهش و صنعت می‌توانند با هم کار کنند تا راهکارهای ملموس و مقیاس‌پذیر برای آینده‌ای سبزتر ایجاد کنند.

دستاوردهای این پروژه در رویداد پایانی در تاریخ ۱۳ نوامبر ۲۰۲۵ با شرکا و ذی‌نفعان به اشتراک گذاشته خواهد شد، که نشانه‌ای از پایان موفقیت‌آمیز این ابتکار پیشگامانه اروپایی است.

Source: https://www.utech-polyurethane.com/information/advertorial-how-life-vicorpan-shaping-next-generation-sustainable-cooling-solutions

برگردان: مهندس پوریا نفعی
porya.nafie.pn333@gmail.com

چالش عایق‌کاری ساختمان

کاهش مصرف انرژی ســـاختمان‌های مسکونی و تجاری کلید اصلی تحقق اهداف اقلیمی آینده است. گروه تحریریه بین‌المللی فناوری پلی‌یورتان این موضوع را بررسی می‌کند که چگونه در اقصی نقاط جهان به این مسئله نزدیک می‌شوند.

آرین پلی یورتان
Arian Polyurethane Co.

پلی اورتان گرید ابر و اســـفنج (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزو سیانات)

پلی اورتان گرید پاششـــی (سیســـتم دو جزئی پلی ال و ایزو ســـیانات)

پلی اورتان گرید عایقی (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزو سیانات)

متیل دی فنیل- دی ایزوسیانات پیش پلیمری

www.arianpu.com

اصفهان کو پلیمر
Isfahan Copolymer Co.

نونیل فنل
اسید چرب از روغن کرچک
انواع روغن گیاهی گرید دارویی
فلوتر مخصوص مس
فلوتر مخصوص سرب و روی
فلوتر مخصوص صنایع زغال شویی
فلوتر مخصوص صنایع صابون سازی

انواع استر سوربیتان (مولسیفایر صنایع غذایی)
انواع الکل اتوکسیته
انواع فنل اتوکسیته
انواع اسید چرب اتوکسیته
اتوکسیلات‌ها
گلیسیرین کوکوات
پلی اتیلن گلایکول

www.isfahancopolymer.com

ایمن پلیمر شیمی
Imen Polymer Chemie Co.

پلی اورتان گرید عایقی (سیستم دو جزئی پلی ال (بر پایه گاز به جز پنتان) و ایزوسیانات)
پلی اورتان گرید خودرویی (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزوسیانات)
خمیر درزگیر پلی اورتان
پوشش کف بر پایه پلی اورتان
لاک پلی اورتان
چسب پایه پلی اورتان

متیل دی فنیل دی ایزوسیانات پیش پلیمریک
پلی اورتان گرید ابر و اسفنج (سیستم دو جزئی پلی ال (برپایه گاز به جز پنتان) و ایزوسیانات)
پلی اورتان گرید کفش (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزوسیانات)
پلی اورتان گرید پاششی (سیستم دو جزئی پلی ال (بر پایه گاز به جز پنتان) و ایزوسیانات)

www.imenpol.com

بسپار توسعه دوام شیمی
Baspar Tose`e Davam Chimi Co.

انواع پلی‌اســـتر پلی‌ال و سیســـتم‌های فوم پلی‌یورتان سخت جهت استفاده در فوم‌های پاششـــی، فوم‌های تزریقـــی لوله، داکت هـــوا، فوم‌های طرح چوب، ساندویچ پنل و فوم‌های عایق یخچال و آبگرمکن

www.btdsco.com

پلی یورتان پارس
Polyurethane Pars Ltd. Co.

مواد اولیه تولید الاستومرهای ریخته‌گری (Casting Elastomer PU) بر پایه TDI و پلی اترها

مواد اولیه تولید الاستومرهای ریخته‌گری (Casting Elastomer PU) بر پایه TDI و پلی استرها

مواد اولیه تولید الاستومرهای ریخته‌گری (Casting Elastomer PU) بر پایه MDI و پلی اترها

مواد اولیه تولید الاستومرهای ریخته‌گری (Casting Elastomer PU) بر پایه MDI و پلی استرها

www.Parspu.com

پیکفوم
Peik Foam Co.

گرید ابرو اسفنج (برپایه به جز گاز پنتان)

www.peikfoam.com

تهران دلتا
Tehran Delta Co.

ورق چرم مصنوعی PVC

ورق چرم مصنوعی PU

پلی استر پلی ال

زیره کفش پلی اورتان

www.tehrandelta.com

جذب ستاره
Jazbsetareh Co.

پلی اورتان گرید کفش (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزوسیانات)

پلی اورتان گرید ابرواسفنج (سیستم دو جزئی پلی ال (برپایه گاز به جز پنتان) و ایزو سیانات)

پلی اورتان گرید عایقی (سیستم دو جزئی پلی ال (برپایه گاز پنتان) و ایزو سیانات)

پلی اورتان گرید عایقی (سیستم دو جزئی پلی ال (برپایه گاز به جز پنتان) و ایزو سیانات)

www.hazbsetareh.com

رسام پلیمر نامی
Rasam Polymer Nami Co.

پلی اورتان گرید ابر و اسفنج: سیستم دو جزئی پلی ال (بر پایه گاز به جز پنتان) و ایزو سیانات

پلی اورتان گرید کفش: سیستم دو جزئی پلی ال و ایزو سیانات

پلی اورتان گرید پاششی: سیستم دو جزئی پلی ال (بر پایه گاز به جز پنتان) و ایزو سیانات

پلی اورتان گرید عایقی: سیستم دو جزئی پلی ال (بر پایه گاز به جز پنتان) و ایزو سیانات

www.rasampolymer.com

سپهر دنیا
Sepehr Donya Co.

پلی اورتان گرید ابر و اسفنج (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزو سیانات)

پلی اورتان گرید پاششی (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزو سیانات)

انواع رنگ ساختمانی امولسیونی (پایه آبی)

لاک پلی اورتان

www.sepehrdonya.com

سیستم‌های یورتان
Urethanesys Co.

ابر سخت (پنل ابر سخت)
عایق دور لوله
مواد اولیه پلی اورتان جهت عایق بندی یخچال
مواد اولیه پلی اورتان جهت تولید انواع پانل
مواد اولیه پلی اورتان جهت اسپری
مواد اولیه پلی اورتان جهت
تولید بلوک پلی اورتان
ابر نرم

www.ursyco.com

سی سو پلیمر زرنما
Sisu Polymer Zar Nama Co.

پلی اورتان گرید پاششی (سیستم دو جزئی پلی‌ال (بر پایه گاز به جز پنتان) و ایزوسیانات)
پلی اورتان گرید عایقی (سیستم دو جزئی پلی‌ال (برپایه به جز گاز پنتان) و ایزوسیانات)
چسب پایه پلی‌اورتان
کفپوش پلی‌اورتان
پلی اورتان گرید ابرو اسفنج (سیستم دو جزئی پلی‌ال (برپایه گاز به جز پنتان) و ایزوسیانات)
پلی اورتان گرید کفش (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزو سیانات)

www.sisupz.com

شیمی پلیمر پارس ایرانیان
Polymer Pars Co.

دی اکتیل ترفتالات (DOPT)

پلی‌اورتان گرید کفش - سیستم دو جزئی پلی‌ال و ایزوسیانات

لاک پلی‌اورتان

دیسپرس کننده‌های نساجی

www.polymerpars.com

صنایع شیمی مرداس ایرانیان
Mardas PU Co.

پلی اورتان گرید خودرویی (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزوسیانات)
پلی اورتان گرید عایقی (سیستم دو جزئی پلی ال (بر پایه پنتان) و ایزوسیانات)
پلی اورتان گرید پاششی (سیستم دو جزئی پلی ال (بر پایه پنتان) و ایزوسیانات)
پلی اورتان گرید ابر و اسفنج (سیستم دو جزئی پلی ال (بر پایه پنتان) و ایزوسیانات)
پلی استر پلی ال
پلی اورتان گرید ابرو اسفنج (سیستم دو جزئی پلی ال (بر پایه گاز به جز پنتان) و ایزوسیانات)
پلی اورتان گرید کفش (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزوسیانات)
پلی اورتان گرید پاششی (سیستم دو جزئی پلی ال (بر پایه گاز به جز پنتان) و ایزوسیانات)
پلی اورتان گرید عایقی (سیستم دو جزئی پلی ال (بر پایه گاز به جز پنتان) و ایزوسیانات)

www.mardaspu.ir

فرا پترو پلیمر مهام
Fara Petro Polymer Maham Co.

پلی اورتان گرید کفش (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزو سیانات)

دی اکتیل فتالات DOP

دی اکتیل ترفتالات DOTP

کامپاند گرانول پلیمری

www.mpepolymer.com

فن آوران پلی اوره تان کاسپین
Iran Ployurthane Manufacturing Co.

پلی اورتان گرید ابر و اسفنج (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزوسیانات)

www.cpt-co.com

کِمیسان
Chemisan Chemical Co.

دی اکتیل فتالات (DOP)

دی اکتیل ترفتالات (DOPT)

پلی اورتان گرید کفش (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزوسیانات)

www.chemisan.ir

مواد مهندسی مکرر
Mokarrar Industrial Group

پوشش کف بر پایه اکریلیک
پوشش سازه ها و لوله های فلزی بر پایه پلی اورتان
پوشش عایق رطوبتی بر پایه اکریلیک
هاردنر رزین پلی اورتان بر پایه ایزوسیانات
چسب پایه پلی اورتان
پلی استر پلی ال حاصل از بلندینگ
پلی استر پلی ال

رزین پلی استر اشباع مایع گرید صنعتی
پلی اورتان گرید ابرو اسفنج
پلی اورتان گرید کفش
پلی اورتان گرید پاششی
پلی اورتان گرید عایقی
پلی اورتان گرید الاستومری
پلی اورتان گرید خودرویی

www.mokarrar-pu.com info@mokarrar.com

آسیا پلیمر امید آذر ستاره
Asia Polymer Azar Setereh Co.

پلی اورتان گرید کفشی (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزوسیانات)

پلی اورتان گرید پاششی (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزوسیانات)

پلی اورتان گرید عایقی (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزوسیانات)

انواع پلی استر پلی ال

www.Asiapolymer.ir asiapolymer@chmail.ir

مواد نوین کیمیاگران پاسارگاد
Kimiagaran Pasargad

مواد شیمیایی سیمان، بتن و گچ (واتر استاپ‌ها)
پوشش سازه‌ها و لوله‌های
فلزی بر پایه پلی اورتان
فاصله گذار بتنی سازه‌ای (اسپیسر بتن)
پلی‌اورتان گرید ابر و اسفنج (سیستم دو جزئی
پلی‌ال بر پایه گاز به جز پنتان و ایزو سیانات)

پلی‌اورتان گرید خودرویی (سیستم
دو جزئی پلی‌ال و ایزوسیانات)
پلی کربوکسیلات اتر
پلی‌استر پلی‌ال
پلی‌اورتان گرید عایقی (سیستم دو جزئی
پلی‌ال بر پایه گاز به جز پنتان و ایزو سیانات)

www.kimiagaranpasargad.com

پرنون پلیمر واله
Parnoon Polymer Valeh

پلی استر پلی ال

پلی اورتان گرید کفش (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزو سیانات)

پلی اورتان گرید خودرویی (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزو سیانات)

www.parnochem.com

اکسیر فرایند شیمی الوان
Exir Farayand Shimi Alvan

پلی اورتان گرید تولید چرم مصنوعی
رنگ چرم سازی
چسب پایه پلی کلروبرن
چسب پایه پلی اورتان
چسب پایه پلی اورتان (گرما ذوب)

پلی اورتان گرید کفش (سیستم دو جزئی
پلی ال و ایزو سیانات)
پلی اورتان گرید خودرویی (سیستم
دو جزئی پلی ال و ایزو سیانات)

www.caspianchemco.ir

صنایع ابزار مهر تکتاز
Abzar Mehr Taktaz Co.

چسب‌های پلی‌یورتانی
اسفنج بلوکی، رول، ریباند و مموری
فوم سرد مبلمانی و خودرویی
تشک‌های "مدیکال-فنری"
و کالای خواب

پلی‌یورتان گرید ابر و اسفنج
پلی‌یورتان گرید مبلی و اداری
پلی‌یورتان گرید خودرویی
پلی‌یورتان گرید عایقی

www.abzarmehrtaktaz.com

صنایع شیمیایی پترو فناوری نیک
NIK Petro Technology Chemical Industries Co.

پلی اورتان گرید کفش (سیستم دو جزئی پلی
ال و ایزوسیانات)
پلی استر پلی ال حاصل از بلندینگ
پلی اتر پلی ال حاصل از بلندینگ
پوشش کف بر پایه پلی اورتان
چسب پایه پلی اورتان
لاک پلی اورتان

پلی اورتان گرید عایقی(سیستم دو جزئی پلی
ال(برپایه گاز به جز پنتان) و ایزوسیانات)
پلی اورتان گرید پاششی(سیستم دو جزئی پلی
ال(برپایه گاز به جز پنتان) و ایزوسیانات)
پلی اورتان گرید ابر و اسفنج(سیستم دو جزئی
پلی ال(برپایه گاز به جز پنتان) و ایزوسیانات)

www.nikpu.com

پارسا چرمینه مهرگان
Parsa Charmineh Mehregan

پلی اورتان گرید کفش (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزوسیانات)

صفحه و ورق چرم مصنوعی از پی وی سی

صفحه و ورق چرم مصنوعی از پلی اورتان

www.parsacharmineh.ir

کبودان شیمی زرین
Kaboodan Chemie Zarrin Co.

پلی‌اورتان گرید خودرویی (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزوسیانات)
لاک عایق الکتریکی پایه پلی استر
لاک پلی‌اورتان
پوشش سازه‌ها و لوله‌های فلزی پایه پلی‌اورتان
لاک عایق الکتریکی پایه پلی‌آمید
مواد شیمیایی افزودنی مورد مصرف در رزین و فوم بر پایه آمین‌ها

پلی استر پلی ال
پلی‌اورتان گرید ابر و اسفنج (سیستم دو جزئی پلی ال (بر پایه گاز به جز پنتان) و ایزوسیانات)
پلی‌اورتان گرید کفش (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزوسیانات،
پلی اورتان گرید پاششی(سیستم دو جزئی پلی ال(بر پایه به جز گاز پنتان) و ایزوسیانات)
پلی‌اورتان گرید عایقی
پلی‌اورتان گرید الاستومری

www.kaboodan.com

توسعه سیستم‌های پلی‌یورتان رازین
Razin Industrial Group

پلی استر پلی ال

پلی اورتان گرید ابر و اسفنج (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزوسیانات)

پلی اورتان گرید کفش (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزو سیانات)

پلی اورتان گرید عایقی (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزو سیانات)

www.razin.co

بسپار فوم غرب
Baspar Foam Gharb Co.

انواع فوم سرد مبلمان و خودرویی
انواع اسفنج در دانسیته های مختلف
انواع فوم تشک خواب
تولید تشک خواب اقتصادی
مواد اولیه فوم پولی یورتان (Flexible)

www.bfgco.com

متاسان (تدبیرگران کیمیا پیشتاز)
Metasan

پلی اورتان گرید عایقی (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزوسیانات)
پلی اورتان گرید خودرویی (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزوسیانات)
پلی اورتان گرید ابر و اسفنج (سیستم دو جزئی پلی ال و ایزوسیانات)
لاک پلی اورتان
هاردنر رزین اپوکسی بر پایه آمین‌ها

www.metasan.co

گروه صنعتی پنج سحابی آناهیتا
Panj Sahabi Anahita Industrial Group

مواد اولیه فوم پلی یورتان (کانتینیوز و دیس کانتینیوز)

سروران شیمی پیشرو
Sarvaran Chemie Pishro Co.

پلی اورتان گرید عایقی و سخت (یخچال، فریزر، ساندویچ پانل و...)
گرافن اکسید و گرافن اکسید کاهش یافته
پلی اورتان گرید پاششی
انواع چربی‌گیر و فسفاته برای فلزات مختلف
انواع آب صابون برای ماشین‌کاری و کشش

www.sarvaranshimi.ir

شما می‌توانید نسخه‌های الکترونیک

این مجله را بر روی وبسایت

irpua.com

مطالعه کنید.

مزایای عایق‌سازی یک خانه مشهود است. در عرض جغرافیایی بالاتر، افراد در زمستان در مدت زمان طولانی‌تر گرم می‌مانند، در مقابل در عرض جغرافیایی پایین‌تر، در تابستان در مدت زمان طولانی‌تری خنک می‌مانند. یک خانه عایق شده، گرما یا سرما را آهسته‌تر به محیط اطراف خود نشت می‌دهد. PU (پلی‌یورتان)/ PIR (پلی‌ایزوسیانورات) برخی از مقرون به صرفه‌ترین مواد عایق در دسترس برای صنعت ساخت و ساز هستند.

اما برای مالکانی که در خانه‌های قدیمی‌تر سکونت دارند، درک ارزش و اهمیت عایق‌کاری خانه‌هایشان ممکن است دشوار باشد. این در حالی است که سامانه‌هایی مانند «گواهینامه‌های عملکرد انرژی» اتحادیه اروپا وجود دارند که به مالکان این امکان را می‌دهند که عملکرد انرژی خانه خود را با خانه‌های همسایه یا نمونه‌های مشابه در سایر نقاط اتحادیه اروپا مقایسه کنند. برای مثال، یک خانه مستقل ۸۵ مترمربعی در بریتانیا با رتبه‌ی F (بین ۲۱ تا ۳۸) در گواهینامه عملکرد انرژی، می‌تواند با هزینه‌ای بین ۷۵۰۰ تا ۱۹۰۰۰ پوند به رتبه‌ی C (بین ۶۹ تا ۸۰) که هدف دولت بریتانیا است، ارتقا یابد.

مالک خانه ممکن است با نگاهی به فهرست بلند بالای توصیه‌های ارتقای انرژی، تصمیم بگیرد دستگاه تنظیم دمای مخزن آب گرم یا سامانه‌های تنظیم گرمایش اتاق و تابش‌گرهای دما ثابت (TRV، Thermostatic Radiator Valves)) را نصب نکند. همچنین ممکن است دیگ قدیمیِ کم‌بازده اما همچنان قابل استفاده را تعویض نکرده و از نصب قاب‌بندهای خورشیدی چشم‌پوشی کند. در این صورت، هرچند هزینه‌های اولیه کمتری متحمل می‌شود، اما از مزایای بالقوه بهبود بازده انرژی نیز بی‌بهره خواهد ماند.

اما این موارد تنها پیشنهادهای گواهینامه عملکرد انرژی (EPCs) نیستند. با هزینه‌ای معمولا بین ۵۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰ پوند، مالک می‌تواند عایق‌کاری دیوارهای داخلی یا خارجی، عایق‌کاری کف و همچنین بهبود عایق‌بندی اطراف مخزن آب گرم را انجام دهد. با این مجموعه تغییرات، انتظار می‌رود صاحب‌خانه بیش از ۵۰۰ پوند در سال صرفه‌جویی کند.

در حالت کم‌هزینه‌تر (۵۰۰۰ پوند)، اگر این اقدامات تا ۱ ژانویه ۲۰۲۰ تکمیل شده بود، مالک خانه تا ۵ نوامبر ۲۰۲۸ به نقطه سربه‌سر می‌رسید. در حالت پر هزینه‌تر (۱۵۰۰۰ پوند)، این بازه زمانی تا ۲۸ دسامبر ۲۰۴۷ طول می‌کشید. این دوره بازگشت سرمایه طولانی، می‌تواند انگیزه مردم برای سرمایه‌گذاری در چنین طرح‌هایی را کاهش دهد.

مزیت هزینه

اما دلایل زیست‌محیطی قدرتمندی برای این سرمایه‌گذاری وجود دارد. اگر سقف و دیوارهای خانه ما با رتبه انرژی F مطابق استانداردهای توصیه شده عایق‌بندی شوند، میزان انرژی مورد نیاز برای گرمایش خانه از ۲۲/۳ گیگاوات‌ساعت در سال به ۹/۶ گیگاوات‌ساعت در سال کاهش می‌یابد. اگر فرض کنیم که خانه کاملا توسط جریان برق از یک تامین کننده در بریتانیا گرم می‌شد، اثرات کربن از ۵/۷ تن دی‌اکسید کربن در سال به ۲/۴ تن در سال کاهش پیدا می‌کرد.

بر اساس گزارش اتحادیه اروپا، ساختمان‌ها مسبب مصرف ۴۰ درصد انرژی و انتشار ۳۶ درصدی گازهای گلخانه‌ای در اتحادیه اروپا هستند. توانایی ارتقای عملکرد انرژی در بخش مسکن بسیار قابل توجه است. حدود ۳۵ درصد از ساختمان‌های مسکونی اتحادیه اروپا بیش از ۵۰ سال قدمت دارند، در حالی که تقریبا ۷۵ درصد از آن‌ها از نظر انرژی کارآمد هستند. واضح است که بخش مسکن فرصت مناسبی را برای کاهش حجم دی‌اکسید کربن تولید شده ایجاد می‌کند. اما بر اساس آمار اتحادیه اروپا، تنها حدود ۱ درصد از ساختمان‌های مسکونی هر سال بازسازی می‌شوند. اتحادیه اروپا موافقت کرده است که ۵۰ میلیون یورو مازاد در طول هفت سال آینده برای کمک به کشورهایی که بیشترین آسیب را از همه‌گیری ویروس کرونا دیده‌اند اختصاص دهد تا بهبود یابند. به گفته دبیرکل انجمن تجاری تولیدکنندگان اسفنج‌های پلی‌یورتان صلب و پلی‌ایزوسیانورات اروپا (PU Group)، آن‌ها می‌خواهند این بودجه برای نوسازی ساختمان‌های موجود استفاده شود.

به گفته وی، البته بعید است که این بودجه به‌طور خاص برای مصارف پلی‌یورتان اختصاص یابد، اما در سطح اتحادیه اروپا در حال تلاشند تا این سرمایه‌گذاری صرف ساختمان‌های با عایق‌بندی بهتر شود.

کشورهای عضو در صورتی می‌توانند به این منابع مالی دسترسی داشته باشند که طرح‌های ارائه‌شده آن‌ها با اهداف اتحادیه اروپا همسو باشد. مهلت ارائه پیشنهادها تا آوریل سال ۲۰۲۶ تعیین شده است. اما با وجود اینکه کشورها در نحوه هزینه‌کرد بودجه بازسازی اختیارات قابل توجهی دارند، اتحادیه اروپا هدف بلندمدت و کاملا روشنی را برای دستیابی به استقلال از شرایط اقلیمی تا سال ۲۰۵۰ برای تمام اعضا دارد. انجمن PU Europe به همراه شرکایی در بروکسل مانند Renovate Europe Campaign، در حال پیگیری اجرای اقدامات ملی و فعال‌سازی بودجه‌های مربوطه برای کربن‌زدایی از ساختمان‌های موجود در اتحادیه اروپا می‌باشد.

از آنجا که اتحادیه اروپا قلمروهای متنوع اقلیمی، از فنلاند در مدار قطب شمال و مالت در مدیترانه را پوشش می‌دهد، اعضای اتحادیه اروپا توافق کرده‌اند که تعیین آن‌که چگونه این استانداردها را رعایت خواهند کرد، بر عهده تک تک کشورها است. یک کشور می‌تواند تصمیم بگیرد که می‌خواهد همه ساختمان‌هایش از نظر عملکرد انرژی بالا فقط از یک پارچه یا پوشش ساختمانی برخوردار بوده و خانه‌هایی غیرفعال باشند، در یک کشور دیگر می‌توانند بگویند که ما این استاندارد را با تکیه بر جریان برق فاقد کربن مانند هسته‌ای، نیروی وابسته به نور یا باد اجرا خواهیم کرد. بنابراین، ساختمان‌ها نیز به هدف مقدار کربن صفر دست خواهند یافت. اما به هر حال در عایق‌بندی خانه همیشه مزایایی وجود خواهد داشت؛ در کنار آسایش زمستان و تابستان مزایای سلامتی و بهره‌وری بیشتری به همراه خواهد داشت.

در حالی که اتحادیه اروپا اهدافی را برای مصرف انرژی آینده خانه‌ها تعیین نکرده است، دستورالعمل عملکرد انرژی ساختمان‌ها بر این مبنا است که کشورهای عضو با تقاضای اجرای مقررات ساختمان موافقت کرده‌اند. این دستور برای کربن‌زدایی استفاده از ساختمان‌ها طراحی شده است و این به معنای ایجاد یک پوشش ساختمانی بسیار کارآمد است. این دستور، انرژی مورد استفاده برای ساخت مصالح ساختمانی را در نظر نمی‌گیرد و تنها به کربن عملیاتی مورد استفاده در طول عمر مفید ساختمان اشاره دارد.

هدف بلندمدت این است که ساختمان‌های با مصرف انرژی نزدیک به صفر در سراسر اتحادیه اروپا داشته باشیم. به گفته وی، این مهم منجر به تولید برخی ساختمان‌های کاملا پیچیده از نظر فنی با پوشش‌های عملکرد بالا می‌شود.

فشار ساخت جدید

در طرح‌های کاهش کربن اتحادیه اروپا، فشار زیادی بر ساختمان‌های جدید وارد می‌شود زیرا هزینه نهایی عایق‌بندی با ابعاد ۵ سانتی‌متر در ۱۰ سانتی‌متر (۲ در ۴ اینچ) در مقایسه با کل هزینه ساخت کم است. اما مزیت

زیست محیطی عایق-بندی ضخیم‌تر، بسیار زیاد است.
به گفته دبیر کل انجمن، این مقررات تا حدودی مسئول رشد در روند عایق‌بندی ساختمان پلی‌یورتان صلب به میزان حدود ۲ درصد بالاتر از تولید ناخالص داخلی در یک سال عادی است. در برخی بازارها مانند انگلستان و بلژیک سهم بازار تابلوهای عایق پلی‌یورتان و پلی‌ایزوسیانورات در بازار ساختمان بیش از ۵۰ درصد است.
در حالی که این هزینه حاشیه‌ای کم، برای ساختمان‌های جدید کاملا قابل قبول است، عایق‌بندی و مقاوم سازی ساختمان‌های موجود بسیار پرهزینه‌تر است. مشکلی که اکنون جوامع با آن مواجه هستند این است که چگونه می‌توانند فردی که در خانه‌ای با درجه مصرف انرژی F زندگی می‌کند را متقاعد کنند که تمام این پول را برای عایق کردن املاک خود هزینه کند.
دبیر کل انجمن در مورد این مشکل توضیح می‌دهد که موضوعی که ما در نوسازی با آن مواجه هستیم، چالش نیروی کار و تعامل است. اگر فقط به چالش نیروی کار و تعامل نگاه کنید، بسیار بزرگ به نظر می‌رسد. به همین دلیل است که ما در یک پویش هستیم تا بر روی مزایای عایق‌بندی تاکید کنیم. مانند این است که یک خودرویی از شرکت BMW در حال رانندگی باشد. بهره‌وران از نشان دادن یک نمای عایق جدید به همسایگان خوشحال هستند. پویش ما بیشتر درباره ظاهر یک ساختمان است و به بهره‌وران اجازه می‌دهد به همسایگان خود بگویند که به محیط زیست اهمیت دهند.
بریتانیا رویکرد متفاوتی برای عایق‌بندی ساختمان در پیش گرفته و در زمان نگارش این مطلب، در حال برنامه‌ریزی برای افزایش ۳ میلیارد پوندی بودجه جهت عایق‌بندی داخلی ساختمان است.
به گفته وزیر دارایی بریتانیا، این بخشی از تقویت اقتصاد با هدف کاهش بیکاری پس از پایان طرح‌های برنامه‌ریزی شده است. وی در سخنرانی مجلس بریتانیا یک کمک هزینه جدید ۲ میلیارد دلاری برای خانه‌های سبز اعلام نمود. از ماه سپتامبر ۲۰۲۱، زمین داران و مالکان خانه‌ها قادرند برای بهینه‌سازی مصرف انرژی خانه‌های خود و ایجاد مشاغل محلی درخواست کمک کنند. یک میلیارد دلار بودجه برای بهبود بهره‌وری انرژی ساختمان‌های بخش دولتی بریتانیا در نظر گرفته شده است. انتظار می‌رود این اقدامات باعث صرفه‌جویی در مصرف انرژی بیش از ۶۵۰،۰۰۰ خانه، صرفه‌جویی ۳۰۰ پوند در سال به ازای هر خانوار، کاهش مصرف کربن تا ۵۰۰ هزار تن در سال و حمایت از ۱۴۰،۰۰۰ شغل سبز شود.
با این حال، سوالات زیادی پیش از عملی شدن این طرح وجود داشت. به گفته رئیس IMA ، انجمن عایق پلی‌یورتان صلب بریتانیا، چالش‌های بزرگی نیز وجود داشت که احتمالا موفقیت آن را کاهش می‌داد. رئیس IMA نگرانی‌های خاصی در مورد مقیاس زمانی داشت. شش ماه زمان بسیار کوتاهی بود تا ۶۰۰ هزار خانه‌ای که دولت قصد داشت از این طرح بهره‌مند شود، بهبود یابد و اطمینان حاصل شود که کار مناسب با استاندارد قابل قبولی انجام می‌شود.
به گفته وی، دولت بریتانیا در حال حاضر چندین هدف بهره‌وری انرژی برای ساختمان‌ها را دنبال می‌کند. یکی از این اهداف شامل دستیابی هر چه بیشتر خانه‌ها به EPC C تا سال ۲۰۳۵ و میزان کربن تا صفر خالص برای سال ۲۰۵۰ است. به گفته وی، کارهایی که در قالب طرح GHG انجام می‌شود باید با این اهداف بلند مدت هم‌خوانی داشته باشد. آنچه نباید اتفاق بیفتد این است که کارهای انجام شده در طرح GHG برای سال ۲۰۳۵ کافی نیست و باید دوباره انجام شود.
قبل از انجام هر کاری، آنچه که مهم است آن است که یک ارزیابی مستقل از الزامات ساختمان انجام شود و مشخص گردد که چه کاری مورد نیاز است، از جمله این امور هر کار مقدماتی و جانبی است. بام‌ها و جوی‌های فرسوده باید قبل از انجام آزمون‌های هوادهی و تهویه همراه با نصب عایق و سایر اقدامات، تعمیر و مشکلات رطوبتی آن برطرف شود.
IMA نگران است که اگر کار به درستی صورت نگیرد یا به صورت اشتباه انجام نشود، مشکلات ممکن است در طول زمان توسعه یابند. با عقیده رئیس IMA، این خطر وجود دارد که خانواده‌ها تصور کنند این مشکلات ناشی از نصب ضعیف یا محصولات ضعیف است، در حالی که در واقع این کوتاهی ناشی از عدم آمادگی یا عدم وجود امور جانبی لازم باشد.

سنگ‌های محک

به گفته رئیس IMA،GHG می‌تواند یک سنگ محک برای سرمایه‌گذاری بیشتر و یک ابتکار بلندمدت باشد، اما این نگرانی وجود دارد که خزانه‌داری تنها درباره این قضاوت کند که بریتانیا چقدر به هدف ۶۰۰ هزار خانه نزدیک می‌شود که در این مقیاس زمانی دست یافتنی نیست. بهتر است برای بهبود مهارت‌ها روی آموزش سرمایه‌گذاری شود، بنابراین مشاغل بلندمدتی وجود دارند که چشم انداز اشتغال برای کارجویان را بهبود می‌بخشند. این برنامه باید بیش از شش ماه به طول بینجامد.
IMA می‌داند که چه کاری باید انجام شود. به گفته رئیس IMA، بریتانیا دارای مواد و سامانه‌هایی برای پیشرفت‌های بزرگ است. مایه شرمساری بزرگی برای یک ابتکار ارزشمند است که موفق نشود، زیرا این صنعت با دستان از پشت بسته برای انجام کار مسئول شده است.
به گفته سخنگوی وزارت بازرگانی، انرژی و راهبرد صنعتی، این طرح امور منطقی برای حمایت از مقاوم سازی را پوشش می‌دهد. این اعمال شامل اصلاحات ساختاری مانند تعمیرات آجرکاری یا کف سازی، درمان رطوبت، و تعمیر و بهبود تهویه کنترل شده است.
به گفته این سخنگو، مالکان خانه باید اطمینان حاصل کنند که بهسازی خانه‌هایشان از بالاترین کیفیت برخوردار خواهد بود، به همین دلیل همه تامین‌کنندگانی که طرح‌های فعلی و آینده دولت را اجرا می‌کنند، مشمول استانداردهای نصب با کیفیت خواهند شد.
دولت امیدوار است که با محدود کردن محول کردن کار به پیمانکاران مورد تایید از طریق نشان اعتماد و پرداخت به آن‌ها از طریق یک ضمانتنامه بتواند از کیفیت کار اطمینان حاصل کند. با این حال، از گفتن اینکه چه تعداد از ۶۰۰ هزار خانه تا پایان دوره مقاوم سازی خواهند شد، خودداری شد.
رویکرد سوم در چین در حال اتخاذ است. بر اساس گزارش شرکت اوراق بهادار Guosen ، مساحت ساختمان‌های این کشور ۶۰۰۰ کیلومتر مربع است و هر سال ۴۰۰ کیلومتر مربع دیگر به آن اضافه می‌شود. بین ۸۰ تا ۹۰ درصد از این ساختمان‌ها میزان مصرف انرژی بالایی دارند. در نتیجه، عایق‌بندی ساختمان یک حوزه کلیدی برای چینی‌ها است که تلاش می‌کنند تا سال ۲۰۶۰ در انتشار گاز CO_2 به صفر برسند. این هدف غیرمنتظره در اواخر ماه سپتامبر ۲۰۲۰ به سازمان ملل متحد اعلام شد و به این معنی است که چین به سرعت باید بر انتشار گازهای گلخانه‌ای و تقاضا برای سوخت‌های بر پایه کربن تسلط پیدا کند.
برآوردها در سال ۲۰۱۸ نشان می‌داد که بازار عایق‌های ساختمانی خارجی

این کشور در سال ۲۰۲۰ از ۲۰۰ میلیارد یوآن فراتر خواهد رفت و تا ۱۵ درصد CAGR رشد خواهد کرد. این هدف جدید و پیشرو قرار است بیشتر گسترش پیدا کند.

در سیزدهمین برنامه پنج ساله وزارت مسکن و شهرسازی چین در زمینه صرفه‌جویی در مصرف انرژی و ساختمان حامی محیط زیست، هدف گذاری شده است که بیش از ۵۰ درصد ساختمان‌های جدید در سطح زمین باید حامی محیط زیست باشند. همچنین حداقل ۴۰ درصد مصالح مورد استفاده نیز باید حامی محیط زیست باشد. حداقل ۶۰ درصد ساختمان‌های موجود در مناطق شهری و ۱۰ درصد در مناطق روستایی باید از نظر انرژی کارآمد باشند. تا پایان سال ۲۰۲۰، بیش از ۵۰ کیلومترمربع از ساختمان‌ها با محصولات کم مصرف از نظر انرژی مقاوم سازی خواهند شد.

برنامه پنج ساله

در نوامبر ۲۰۱۹، کمیسیون توسعه و اصلاحات ملی، کارنمای (catalogue) سالانه خود را برای بازسازی صنعت منتشر کرد. این اسفنج صلب موجود در کارنما با استفاده از عوامل دمشی جدیدتر برای صنعت عایق گرمایی مورد تمجید قرار می‌گیرد. در حالی که گروه توسعه و اصلاحات ملی استفاده از پلی‌یورتان و پلی‌ایزوسیانورات صلب را تشویق می‌کند، بانک توسعه ساخت و ساز چین ۴۶۳ میلیارد یوآن را به Jilin ، Zhejiang ، Hubei ، Shangdong ، و Shaanxi و ۹ شهر دیگر از جمله ، Fuzhou Guangzhou ،Changsha و Guangzhou وام داده است. این کار برای پوشش عایق‌بندی بهتر و صرفه‌جویی در مصرف انرژی در خانه‌های قدیمی‌تر است.

پلی‌یورتان و پلی‌ایزوسیانورات در حال حاضر سهم بسیار کمتری از بازار عایق‌های ساختمانی را نسبت به کشورهای دیگر به دلیل مقررات تاخیراندازی شعله دارند. هر دو موسسه تحقیقاتی VZKoo و Chem۳۶۶ که آمار انجمن صنعت پلی‌یورتان چین (CPUIA)را کنترل می‌کنند، تخمین می‌زنند که پلی‌یورتان‌ها و پلی‌ایزوسیانورات‌ها حدود ۱۰ درصد از کل بازار عایق‌های ساختمانی در کشور را تشکیل می‌دهند.

انتخاب‌کنندگان و استانداردنویسان عایق‌ها در چین حساس به قیمت هستند و کارایی عایق‌بندی بیشتر اسفنج‌های پلی‌یورتان و پلی‌ایزوسیانورات اغلب در مقابل قیمت بیشتر آن و کارایی کمتر عایق‌های پلی‌استایرن به چشم نمی‌آید. به گفته VZKoo، قیمت عایق پلی‌یورتان که با استاندارد ملی B۱ سازگار است حدود ۲/۷ برابر قیمت XPS (پلی‌استایرن رانشگری شده) و ۳/۳ برابر قیمت عایق EPS (پلی‌استایرن انبساطی) است که با همان استاندارد مطابقت دارد.

پلی‌یورتان‌ها و پلی‌ایزوسیانورات‌ها در بخش زنجیره سرد خوب عمل می‌کنند، جایی که عملکرد خوب بسیار اهمیت دارد.

مقررات تاخیراندازی شعله در سراسر کشور اعمال می‌شود، اما شهرهای سطح ۱ مانند پکن، شانگهای و گوانگ‌ژو مقررات سخت‌گیرانه‌تری دارند. با وجود سهم کم بازار و رقابت سخت، شرکت‌ها در این بخش سرمایه‌گذاری می‌کنند. به عنوان مثال، در ماه اوت ۲۰۲۰ شرکت Yubang Technology اعلام کرد که قصد دارد یک کارخانه ۲۸۰ میلیون یوآن (۴۰ میلیون دلاری) در Jinzhong، استان Shanxi بسازد. این ظرفیت ۸۰۰،۰۰۰ مترمربع در سال برای ترکیبی از قاب‌بند عایق پلی‌یورتان، قاب‌بندهایی از جنس پشم سنگ همراه با اتصالات لبه پلی‌یورتان و سایر عایق‌ها از جنس پلی‌یورتان اختصاص داده خواهد شد. این طرح در زمینی به مساحت ۵۱،۰۰۰ متر مربع قرار دارد و باید با شروع تولید، فروش سالانه ۲۲۵ میلیون یوآن داشته باشد.

آمریکای شمالی همچنان بازار بسیار قدرتمندی برای عایق اسفنجی افشانشی از جنس پلی‌یورتان است. به گفته رئیس شرکت راهکارهای ساختمان Huntsman، یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان محصولات SPF در جهان که همچنان در حال رشد در این حوزه است، برخی ناهنجاری‌ها در سال ۲۰۲۰ وجود داشته‌اند، اما این شرکت در مجموع شاهد رشد خوب و قوی این صنعت به صورت پایدار است. در طول چند دهه گذشته، از رشد ثابت تک رقمی به رشد ثابت دو رقمی رسیده است.

میزان آگاهی مصرف‌کنندگان از این محصول در بازار آمریکای شمالی نیز بسیار زیاد است. SPF معمولا در بسیاری از طرح‌های نوسازی خانه در تلویزیون دارای درگاه نشان داده می‌شود، که به طور منظم پتانسیل آن را همسو می‌کند. به گفته وی، این جریان برای آن‌ها بسیار مهم بوده و به رشد این بخش در زمینه عایق‌کاری کمک خواهد کرد.

به عقیده وی، رشد در بخش ساخت بام ادامه خواهد داشت و اکنون که مصرف‌کنندگان بیشتری می‌دانند اسفنج افشانشی چیست و مزایای آن را درک می‌کنند و با مهم‌تر شدن پوشش ساختمان، شرکت همچنان شاهد رشد خوبی در بخش ساخت بام خواهد بود.

بازار در سطح جهانی نیز در حال رشد است. بسته به منطقه، (بازار) از نظر آگاهی مشتری و نفوذ بازار، ۵، ۱۰ یا حتی ۱۵ سال عقب است. اما نکته ثابت این است که رشد در سراسر جهان وجود دارد، چه بریتانیا باشد چه اروپا، آسیا، استرالیا.

پرداخت به موقع

از نظر زمان بازپرداخت برای طرح اسفنج افشانشی، به‌وضوح برای هر شرایط متفاوت است، اما مناطقی وجود دارند که مشخص است بازگشت سرمایه با سرعت بیشتری انجام خواهد شد. به گفته Huntsman، در مقاوم سازی تاسیسات مسکونی و حتی در طرح‌های جدید، بزرگ‌ترین مزیت در قسمت زیر شیروانی و سپس تمام دیواره‌های پیرامونی است. از نظر هزینه‌ها، قطعا ارزان‌تر از عایق‌های قدیمی نیست اما بازگشت سرمایه را فراهم می‌کند. بسته به ساختار و نصب می‌تواند از سه تا پنج سال طول بکشد.

کمک‌های مالی به صاحبان خانه برای عایق‌بندی منازلشان در ایالات متحده همچنان غیرمعمول است، اگرچه ممکن است در سطح محلی‌تر برخی حمایت‌ها وجود داشته باشد. به عقیده Huntsman، در آینده شاهد چرخه‌های حمایتی ادامه‌داری خواهیم بود که بودجه‌ای برای افزایش بهره‌وری در ساخت‌وساز فراهم می‌کنند، به‌ویژه طرح‌هایی که هم ارزش اقتصادی و هم بوم‌شناسی دارند.

بخش عمده‌ای از فعالیت‌های این گروه بر اجرای Montreal Protocol و دیگر توافقنامه‌های جهانی برای کاهش اثرات کربن و گازهای گلخانه‌ای متمرکز بود، اما این برنامه جامع در ایالات متحده عمدتا متوقف مانده است.

منبع:

"Tackling the insulation conundrum", Urethanes Technology International, October/November 2020, Page 19-22.

برگردان: مهندس مدیس عسگری
medisasgari@gmail.com

به زودی ۱۶ میلیارد پا به کفش نیاز دارند!

به زودی هشت میلیارد انسان زنده در این دنیا خواهند بود - به تعداد تمام انسان‌هایی که پیش از ما روی زمین زندگی کرده‌اند. این یک فکر خارق‌العاده است، زیرا به زودی ۱۶ میلیارد پا وجود خواهد داشت که به کفش نیاز دارند. به گفته شرکت Desma این یک بازار بزرگ برای تولیدکنندگان کفش است.

مانند اکثر صنایع، کفش نیز در دوران همه‌گیری کووید-۱۹ با رکود ۲۲/۲ درصدی مواجه شد. بازار اکنون در حال بهبود است، اما مصرف کفش - که به صورت جفت به ازای هر نفر در سال محاسبه می‌شود – هم‌چنان پایین‌تر از سطح مصرف قبل از همه‌گیری است.

یکـــی از مهم‌ترین تغییـــرات در بازار کفش غـــرب، از زمان آخرین نمایشـــگاه خانگی شرکت Desma در ســـال ۲۰۱۸، افزایش «انتقال» تولید به داخل کشور و در نتیجه کاهش واردات از چین است. در اوج خـــود، تولید کفش در چین ۶۷ درصد از بازار جهانی کفش را به خود اختصاص داده بود. این میزان با نرخ تقریبی ۳۰۰ میلیون جفت در سال به ۵۰/۳ درصد کاهش یافته است. برای درک بهتر این موضوع، کاهش سالانه تولید چین تقریبا معادل کل تولید سالانه کفش ایتالیا است.

ســـاخت کفش یک فرایند پرزحمت و طاقت‌فرســـا است که به طور سنتی با دســـت انجام می‌شود. برای سال‌های متمادی، تولیدکنندگان غربی با کارکنان اتحادیه‌ای و حقوق نســـبتا خوب، نمی‌توانســـتند رقابت کنند و با گذشت زمان، بخش عمده‌ای از تولید به چین منتقل شد. اما با افزایش دستمزدها در چین، ادامه بحران آمادی و رایج شدن خودکارسازی، تولید در حال بازگشت به سواحل غربی است.

اگرچه درون‌مرزی به طور بالقوه پرهزینه‌تر از برون‌مرزی اســـت، اما مزایای متعددی دارد. اول اینکه، کفش‌ها در نزدیکی بازارهایی که در آن‌ها فروخته می‌شوند، تولید می‌شـــوند و این امر هم هزینه ترابری و هـــم هزینه کربن را کاهش می‌دهـــد. دوم، با توجه به اینکه مد یک صنعت ناپایداراست، کفش‌ها سرعت بیش‌تری در بازار دارند و قبل از اینکه از مد بیفتند، به مغازه‌ها می‌رسند.

با زنجیره تامین موجود، از زمان بســـته شدن درب بارگنج(کانتینر) در بندری در خاور دور تا رسیدن کفش‌ها به فروشگاه‌های خرده‌فروشی، هشت تا دوازده هفته طول می‌کشـــد. با درنظر گرفتن تولید خودکار، موضوع انتقال به خارج از کشور روشن می‌شود. اکنون تولید کفش با خودکارسازی در پرتغال ارزان‌تر از تولید کفش با دست در چین است. شرکت Desma (Desma Schuhmaschinen)، زیرمجموعه‌ای از شرکت Salzgitter، از سال ۱۹۴۶ تاکنون ماشین‌آلاتی برای فراورش پلی‌یورتان (PU)، پلی‌یورتان گرمانرم (TPU)، لاستیک و گرمانرم‌ها برای استفاده در صنعت کفش تولید می‌کند. این شرکت حدود ۲۵۰ نفر را در کارخانه خود در شهر Achim، نزدیک شهر Bermen، آلمان استخدام می‌کند.

سال‌هاســـت که شرکت Desma یک نمایشگاه دوسالانه خانگی برای نمایش ماشین‌آلات خود برگزار می‌کند، رویدادی که در طول سال‌ها به چیزی شـــبیه به یک نمایشـــگاه تجاری با بیش از ۵۰ غرفه‌دار از جمله شرکت‌های تولیدکننده مواد و تامین‌کننده‌ی سامانه‌ها ی آماده (system house) تبدیل شده است. رویداد سال ۲۰۲۲ اولین رویدادی بود که در دفتر مرکزی جدید و چشـــم‌گیر این شرکت که در تابستان ۲۰۲۰ تکمیل شده است، برگزار شد.

شرکت Desma خود چیزهای زیادی برای نشان دادن به حدود ۷۰۰ بازدیدکننده در نمایشگاه خانه، از جمله واحد تولید مفهومی Amir-C آن، داشـــت. طبق مفهوم تولید، Amir-C شـــامل هشت ایستگاه تولید (بارگیری و تخلیه ســـطوح بالایی، تراز کردن، تمیز کردن، زبرکاری کف، زبرکاری دیواره‌های جانبی، تمیز کردن با هوا، استفاده از حلال و پاشـــش سیمان) است که یک ربات شش محوره را احاطه کرده‌اند. هر هشت عملکرد توسط یک ربات انجام می‌شود.

شرکت Desma هم‌چنین محصولاتی از جمله فناوری اختلاط Desma Tec PU و فناوری قالب‌گیری تزریق مســـتقیم PU خود را به نمایش گذاشت.

زیست‌پایداری: کفش کاملا PU

مواد اولیه بســـیار زیادی در یک کفش وجود دارد، شاید ۲۰ ماده در یک کفش، که تنها راه برای آســـان‌تر کردن بازیافت کفش‌ها، ساختن آن‌ها از مواد اولیه کم‌تر اســـت. کفش Tossu یک طرح جدید از کفش اسپانیایی با نام تجاری Camper است که به طور رسمی یک روز پس از نمایشگاه خانگی (House Fair) به بازار معرفی شد. کفش Tossu دارای یک جوراب داخلی بافتنی ســـه‌بعدی است که از پلی‌اتیلن‌ترفتالات (PET) بازیافتی ســـاخته شـــده و توسط یک اســـکلت بیرونی TPU، بندهای TPU و زیره‌های ساخته شده از ۱۰۰ درصد PU بازیافتی، در کنار هم نگه داشته می‌شود. نتیجه، کفشی از شرکت Decker است که به عنوان «به‌طور کامل بازیافت‌پذیر» توصیف می‌شود.

اسکلت بیرونی کفش Tossu با استفاده از روشی به نام اتصال سه‌بعدی ساخته شـــده است که توسط شـــرکت Simplicity Works با همکاری شـــرکت Desma و Huntsman و دیگران توســـعه داده شـــده است. شـــرکت Simplicity Works که در نزدیکی شهر Alicante، اسپانیا واقع شده است، هم به عنوان یک تولیدکننده اصلی تجهیزات (OEM) برای نام‌های تجاری کفش، کفش تولید می‌کند و هم به عنوان تولیدکننده ماشین‌آلات ساخت کفش با اتصال سه‌بعدی فعالیت می‌کند.

شکل ۱: کفش Tossu شـــرکت Camper: کفش‌های کتانی صد درصد بازیافت‌پذیر

به گفته شـــرکت Simplicity Works، اتصال سه‌بعدی ساده‌ترین روش تولید کفش در بازار است. این شرکت با قرار دادن تمام قطعات کفش در قالـــب، کفش تولید می‌کند و آن‌ها را تنها با یک تزریق به صورت سه‌بعدی به هم متصل می‌کند. بنابراین این یک فرایند بسیار سریع و ساده است.

قاب اســـکلتی کفش Tossu محدودیتی برای فرایند اتصال سه‌بعدی نیســـت، بلکه صرفا یک مفهوم طراحی اســـت. طبق گفته شـــرکت Simplicity Works، با این روش تقریبا هر چیزی ممکن است: می‌توان ساختار را محکم ساخت. یا می‌توان جوراب را تزریق کرد. یا می‌توان تکه‌هـــای چرم را در آن قرار داد و PU تمـــام قطعات را به هم متصل می‌کند.

کفش‌های سفارشی

بســـیاری از نام‌های تجاری کفش ورزشی، امکان سفارشی‌سازی را

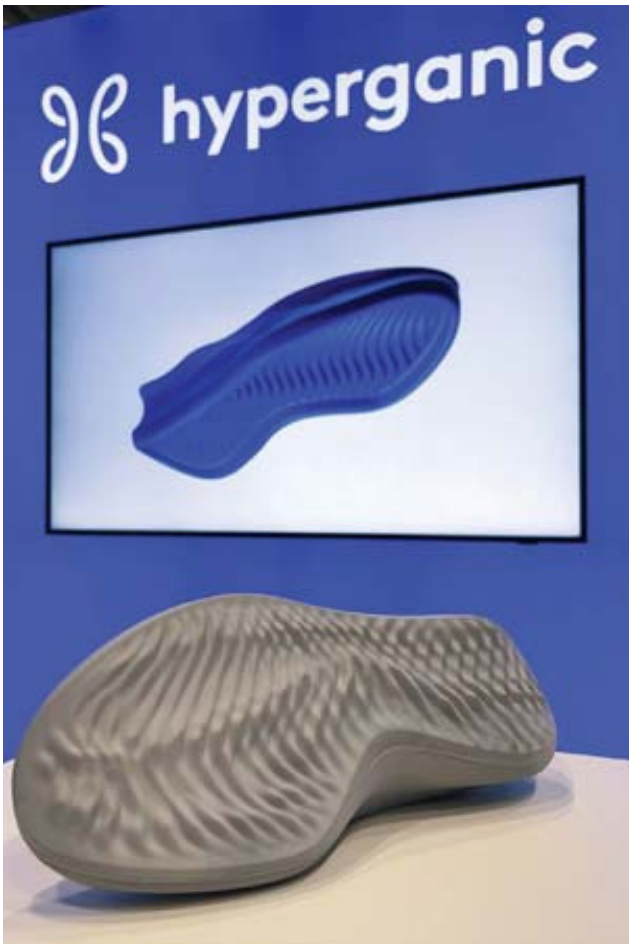
ارائـــه می‌دهند. خریداران برخط همه چیـــز را از الگوی پارچه رویه گرفته تا رنگ کف کفش را انتخاب می‌کنند. اما این سفارشی‌ســـازی «احمقانه» است. بخش جلویی – سامانه‌ای که خریدار از طریق رابط شبکه به آن دسترسی دارد - صرفا گزینه‌ها و پرداخت مشتری را قبل از ارسال دستورالعمل‌ها به کارخانه برای انجام دستی، دریافت می‌کند.
یکی از چشـــم‌اندازهای «نسل چهارم» شـــرکت Becker، «تولید بر اســـاس تقاضا» است: مشتری می‌تواند از یک فروشگاه کفش بازدید کند، کفش آرمانی خود را مشـــخص کند و ظرف چند ساعت آن را تحویل بگیرد. این یک داســـتان علمی تخیلی نیست؛ به گفته شرکت Becker، اگر اراده و ســـرمایه‌گذاری وجود داشـــته باشـــد، این امر با فناوری امروزی امکان‌پذیر است.
برای نشـــان دادن این موضوع، از بازدیدکنندگان نمایشـــگاه خانگی دعوت شد تا خودشـــان این ایده را امتحان کنند. با انتخاب گزینه‌ها از روی صفحه لمســـی، کفشی مطابق سلیقه خود طراحی کردند. فرد توانست رنگ ساختار رویه و زیره میانی از جنس PU و هم‌چنین زیره لاستیکی و رنگ ســـه تکه چرم نبوک که رویه را تکمیل می‌کردند را انتخاب کند.
به گفته شـــرکت Expivi برخلاف سامانه‌های «غیرهوشمند» موجود، ســـامانه Expivi با «بخش پشتی»، سامانه‌ای که در سمت تولید فرایند قرار دارد، ارتباط برقرار می‌کند و دستورالعمل‌هایی را به سامانه‌های خودکار نه به افراد صادر می‌کند.
برای مثال، یک فـــرد با طراحی کفش مخصوص به خود یک کد QR دریافت می‌کند که در ایستگاه بعدی با روبش کد QR، تمام اطلاعات مربوط به ســـفارش، نه فقط انتخاب‌های فرد بلکه مشخصات تولید تا مواد اولیه بازیابی می‌شـــود. یک نسخه چاپی تایید می‌کند که برای مثال کفش دارای زیره لاســـتیکی Aipol EG ۶۲، لایه میانی پلی‌یورتان (Huntsman Energy polyol/Huntsman Suprasec isocyanate) و ساختار رویـــه پلی‌یورتـــان (Huntsman Midsole Daltoped polyol/Huntsman Suprasec isocyanate) و تکه‌های چرم نبـــوک (از نوع Nice) خواهد بود.
ایســـتگاه بعدی دستگاه برش پارچه اســـت. با روبش مجدد کد QR و بازیابـــی جزییـــات شخصی‌ســـازی از Integrated Systems لیزرها مســـیرهایی را روی تخت برش ترسیم می‌کنند به طوری که تکه‌های چرم به گونه‌ای قرار می‌گیرند که ضایعات به حداقل می‌رسند.
با در دست داشتن قطعات چرم برش خورده، آخرین ایستگاه دستگاه قالب‌گیری تزریق پلی‌یورتان شـــرکت Desma است. قسمت داخلی بافته شـــده کفش یا «جوراب» آن، روی یک قالب (قالب به شـــکل پا) و قســـمت رویی نبوک آن در یک قالب ســـه تکـــه قرار می‌گیرد. ایـــن جوراب دو چرخه تزریق PU را طـــی می‌کند، که در آن رویه به جوراب و جوراب به لایه میانی متصل، و ســـپس به زیره لاســـتیکی متصل می‌شـــود. زمان تزریق برای هر چرخـــه تقریبا ۱۲ ثانیه بوده و چهار دقیقه زمان برای عمل‌آوری قبل از جدا کردن قالب لازم است. از طراحی تا محصول نهایی، کمی بیش از یک ســـاعت طول خواهد کشید.

طراحان جوان، کفش‌ها را از نو اختراع می‌کنند

انجمن Laceless یک انجمن برخط متشـــکل از حدود ۴۵۰۰۰ طراح کفش است که در فضایی بین شبکه اجتماعی و بنگاه فعالیت می‌کند: ارتباط طراحان بـــا تولیدکنندگانی که به دنبال اســـتعدادهای جدید هستند. اگرچه این مسابقه به طور خاص طراحان کفش‌های بدون بند را هدف قرار نداده اســـت، نام آن نشان‌دهنده رهایی از محدودیت‌ها است، بسیاری از شـــرکت‌کننده‌های مرحله نهایی چالش بدون بند، یک مسابقه طراحی که توســـط انجمن Laceless با همکاری شرکت Desma آغاز شده است، در واقع طرح‌های بدون بند ارائه داده‌اند.
طرح برنده تولید و در نمایشـــگاه خانگی Desma به نمایش گذاشته می‌شـــد. برنده اول طراح کفش Beluga بود. اگرچه یک نکته کوچک وجود داشـــت: داوران در انتخاب بین شرکت‌کنندگان مرحله نهایی مشـــکل داشتند و شرکت Desma می‌خواســـت بازیافت‌پذیری TPU را نشـــان دهد. بنابراین برنـــده دوم کفش مفهومی کـــه از دانه TPU قالب‌گیری شده و با پودر کردن یکی از کفش‌های Belugas برنده اول به دست آمده بود، معرفی شد.
شرکت Becker چالش بدون بند را در پاسخ به زیست‌پایداری ایجاد کرد. این شرکت کفش برنده را خرد کرده و از دانه آن، کفش Laceless ۲ را ساخت.
با وجود امکانات بی‌حد و حصر این ماده، PU با چالش دیده شـــدن در بین طراحان روبرو است. به گفته شرکت Huntsman، امروزه افراد بســـیار کمی به خصوص جوانان پلی‌یورتان را می‌شناسند و بعضی از افراد مســـن‌تر، هنوز این تصور را دارند کـــه پلی‌یورتان یک ماده شیمیایی کثیف و دشوار است... سنگین است، زرد می‌شود و غیره.
شرکت Laceless تایید کرد که بسیاری از طراحان جوان، PU را نادیده می‌گیرند، تا زمانی که متوجه شـــوند چه کاربردهایی دارد: در انجمن Laceless، اغلب طرح‌هایی دیده می‌شود که یک یا دو سال در صنعت پیشرو هســـتند. از بین طرح‌هایی که در حال حاضر منتشر می‌شوند، بسیاری از آن‌ها می‌توانند با استفاده از تزریق مستقیم ساخته شوند.

آیا اندرویدها خواب پای تزریق‌شده را می‌بینند؟

در ابتدای ایـــن مطلب، تصویری از کفش‌های فانتزی قرار دارد. هیچ دست انسانی هرگز مداد یا قلم را برای کشیدن آن لمس نکرده است: این ساخته یک مولد متن به تصویر هوش مصنوعی به نام MidJourney اســـت. به همیـــن ترتیب، شـــرکت Hyperganic، یک شـــرکت نوپا خودساخته «فناوری عمیق» از مونیخ، با استفاده از هوش مصنوعی، طرح‌های دوبعدی را در کم‌ترین زمان به قالب‌های ســـه‌بعدی تبدیل می‌کند.
یک طراح دوبعدی، بدون هیچ دانشـــی از سامانه‌های CAD، می‌تواند با اســـتفاده از ابزارهایی که بهتر می‌شناســـد، معمـــولا Illustrator یا Photoshop - کفش طراحی کند. مشـــخصات کفی، لایه میانی و رویه کفش با هوش مصنوعـــی Hyperganic از دو بعد به ســـه بعد تبدیل می‌شود و نقشـــه‌های بافت دوبعدی، برای مثال طرح پلنگ یا راه‌راه گورخر، می‌توانند به ســـه‌بعدی تبدیل شوند و جزییات سطح را به اجزای کفش اضافه کنند.



شکل ۲: نگاشت بافت: هوش مصنوعی Hyperganic، دوبعدی را به سه‌بعدی تبدیل می‌کند.

بخش واقعا هوشمندانه این فرایند، تبدیل به فضای سه‌بعدی نیست، بلکـــه تبدیل از فضای مثبت به فضای منفی اســـت. هوش مصنوعی فایل‌های CAD را برای ساخت قالب‌های واقعی، چه چاپ سه‌بعدی باشند و چه از جنس آلومینیوم و با فرز CNC ساخته شده باشند، ایجاد می‌کند. در ایجاد شـــکل‌های قالب، نرم‌افزار Hyperganic جریان مواد تزریق‌شده و هندسه رهاسازی قالب را در نظر می‌گیرد.

به گفته شـــرکت Hyperganic مواد رفتار متفاوتـــی دارند. برای مثال، مواد مختلف ضریب جمع‌شـــدگی متفاوتی دارند. این را می‌توان به الگوریتم آموزش داد تا آن را اعمال کند. اگر به الگوریتم گفته شـــود که از این ماده استفاده می‌شـــود، هوش تعبیه‌شده متوجه می‌شود که این ماده درون قالب جمع می‌شـــود و با ایجاد یک دورافت (offset)، با کمی بزرگ‌تر کردن قالب، این جمع‌شـــدگی را خنثی می‌کند. این همان روشی است که یک انسان قالب را طراحی می‌کند؛ تنها تفاوت این اســـت که این کار به صورت دستی در CAD انجام نمی‌شود، بلکه به صورت خودکار با یک الگوریتم انجام می‌شود.

برای نشـــان دادن قدرت هوش مصنوعی، شرکت Footwearology، از حضار همایش در نمایشگاه کلمات کلیدی زیر را پرسید: نوع کفش، مدل، رنگ و حالت. این‌ها به یک هوش مصنوعی تبدیل متن به گفتار، Dall-E ۲، داده شـــدند و طرح‌ها تولید شـــدند. پـــس از انتخاب طرح تولیدشده توسط هوش مصنوعی، آن را به هوش مصنوعی Hyperganic دادند تا قالبی تولید کند و طرح کفش آماده تولید را ایجاد کند.

شاید همه اینها این سوال را مطرح کند: اگر هوش مصنوعی با همین سرعت ادامه یابد، آیا اربابان ربات ما به کفش نیاز خواهند داشت؟

منبع:

James Snodgrass, “Best foot forward,” Urethanes Technology International, page 26-28, October/November 2022.

جای شما اینجاست

در برابر دیدگان صدها مشتری حرفه‌ای بالقوه

۰۲۱۷۷۵۳۳۱۵۸ و ۰۲۱۷۷۵۲۳۵۵۳ داخلی ۲

برگردان: دکتر زهرا اسدی
zahra71.asadi@gmail.com

کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای با فرمول‌بندی جدید خودرو

اسفنج‌های پلی‌یورتان انعطاف‌پذیر به‌طور سنتی برای کاربردهای لمسی نرم در فضای داخلی خودروهای سواری استفاده می‌شوند. آن‌ها معمولا در پشت روکش و مواد جانبی استفاده می‌شوند، زیرا در طاقه‌های بزرگ و ورق‌های نازک قابل تولید می‌باشند که می‌توانند با استفاده از فرایندهای مختلف لایه لایه کردن، در پشت پارچه‌ها چسبانده شوند. این امر به سازندگان این امکان را می‌دهد تا اجزایی بسازند که انعطاف‌پذیر هستند و حس لمسی نرمی ایجاد می‌کنند.

اسفنج‌های پلی‌استر مواد منتخب در اروپا هستند و توسط تعداد زیادی از نام‌های تجاری پیشرو استفاده می‌شوند. دلیل این امر این است که می‌توان آن‌ها را با ساختار خانکی (سلولی) بسیار منظم و عاری از نقص‌هایی مانند سوراخ‌های ریز ساخت. آن‌ها با موفقیت برای ساخت آسترهای سقف مستحکم و بادوام استفاده می‌شوند.

در سال‌های اخیر، نیازمندی‌های مشتری تغییر کرده است. استانداردها، به ویژه استانداردهای انتشار OEM (original Equipment Manufacturer)، سخت‌گیرانه‌تر شده‌اند، زیرا صنعت به سمت استانداردهای جهانی که نیازهای متغیر مشتری را برآورده می‌کنند، حرکت می‌کند.

این فشار، پیشرفت‌های فنی را در جهات مختلف الزامی کرده است. به عنوان مثال، اسفنج‌های یورتان استری دائم در حال بهبود هستند و این مقاله توضیح می‌دهد که چگونه یک پیشرفت اخیر شرکت FoamPartner می‌تواند گزینه‌های بیشتری را برای مقابله با این چالش‌ها، چه در حال حاضر و چه در آینده، در اختیار بازار قرار دهد.

از نظر فنی، پلی‌اتر و پلی‌استر پلی‌ال‌ها مواد بسیار متفاوتی هستند، به‌ویژه از نظر گرانروی. پلی‌اتر پلی‌ال‌ها موادی با گرانروی پایین هستند که در بیش از ۹۰ درصد از کل اسفنج‌های پلی‌یورتان تولید شده در سراسر جهان استفاده می‌شوند. کار با آن‌ها آسان است که این موضوع، یکی از دلایلی است که از آن‌ها برای تولید اسفنج‌ها با کاربرد راحتی استفاده می‌شود. این اسفنج‌ها همچنین از نظر شیمیایی پایدار هستند و خواص پیرشدگی خوبی ارائه می‌دهند. در همین حال، اسفنج‌های پلی‌استر، اسفنج‌هایی ویژه با استحکام خوب و خواص لایه‌بندی شعله‌ای (flame lamination)، یک روش اتصال لایه‌های مختلف (عمدتا اسفنج به پارچه یا اسفنج به اسفنج) است که در این روش، سطح اسفنج با عبور از مقابل یک شعله کنترل شده لحظه‌ای ذوب شده و سطح ذوب شده تبدیل به یک چسب گرم شده و لایه پارچه یا ماده دیگر فورا روی اسفنج قرار گرفته و تحت فشار ملایم به اسفنج می‌چسبد، مترجم) هستند.

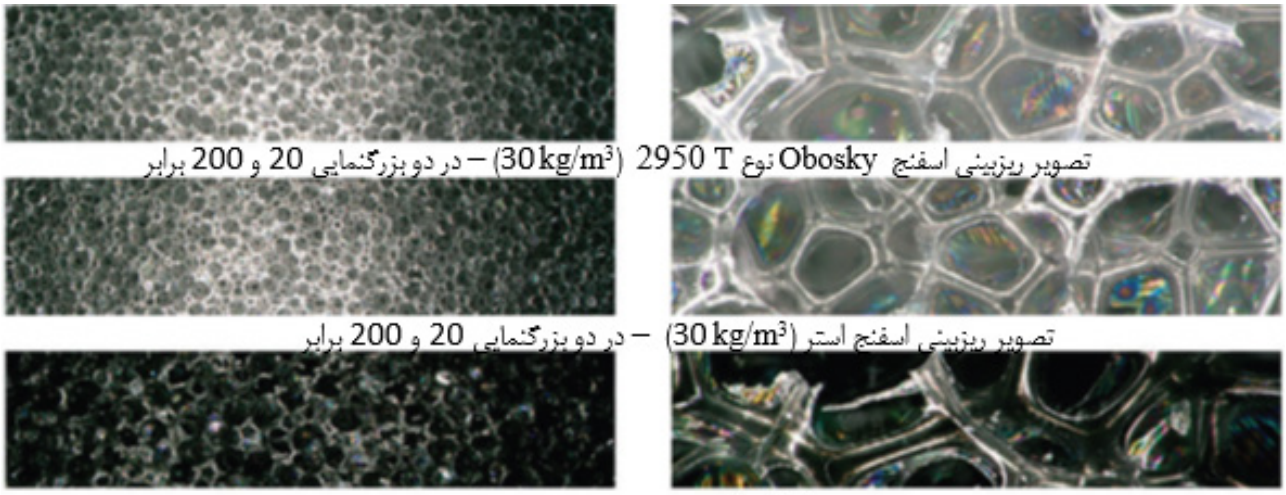
در حالی که فشار صنعت خودرو برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای یک عامل محرک بوده است، این بخش همچنین خواستار محصولات زیست‌پایدارتر و بادوام‌تر است. این امر منجر به افزایش تعداد مواد اولیه و افزودنی‌هایی شده است که به بازار عرضه می‌شوند و ادعا می‌شود که نسبت به مواد اولیه تولید شده به روش سنتی، از نظر زیست‌محیطی بی‌ضررتر هستند.

با استفاده و ترکیب این بلوک‌های سازنده جدید، شرکت FoamPartner این فناوری را توسعه داده است. این خانواده از مواد، با نام Obosky، به گونه‌ای طراحی شده‌اند که از نظر بو و انتشار گازهای گلخانه‌ای، سخت‌گیرانه‌ترین استانداردها را رعایت کنند. هم‌چنین مزایای خانک‌های کنترل‌شده و بدون نقص و خواص لایه‌بندی خوب را حفظ می‌کند.

دستیابی به این هدف آسان نبود. هر کشور و هر مشتری استاندارد متفاوتی برای بو و انتشار VOC (volatile organic compound) دارد. برخی از آن‌ها استانداردهای خاصی برای خانواده‌های خاصی از مواد شیمیایی مانند آلدهیدها دارند. این وضعیت می‌تواند با توجه به الزامات منطقه‌ای در آمریکا، جنوب شرقی آسیا و اروپا پیچیده‌تر شود. میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای، مجموعه استانداردهای مهمی هستند، اما مواد مورد استفاده نیز باید استانداردهای فیزیکی لازم را رعایت می‌کردند. فرمول‌بندی‌ها باید اسفنج‌هایی با خواص مناسب با استفاده از مواد اولیه موجود در محل تولید کنند. همچنین باید روی تجهیزات موجود در محل کار کنند.

تامین‌کنندگان تلاش زیادی برای کاهش بو و انتشار گازهای گلخانه‌ای از مواد اولیه خود کرده‌اند. این چالش به ویژه در پلی‌ال‌ها قابل توجه بود. ساخت پلی‌ال‌های یاریگری شده با DMC (DMC-catalysed polyol) مزیت مواد پاک‌تر را فراهم می‌کند، اما این روش هزینه‌ی فراورش را می افزاید.

در مقیاس جهانی، چالش‌ها، به ویژه در مورد پایدارسازی پلی‌ال، هم‌چنان پابرجا هستند. دلیل این امر آن است که کاربردهای مختلف به سطوح مختلفی از پایداری نیاز دارند و باید بین ایمنی، انتشار گازهای گلخانه‌ای و پتانسیل تغییر رنگ اسفنج، تعادلی برقرار باشد.

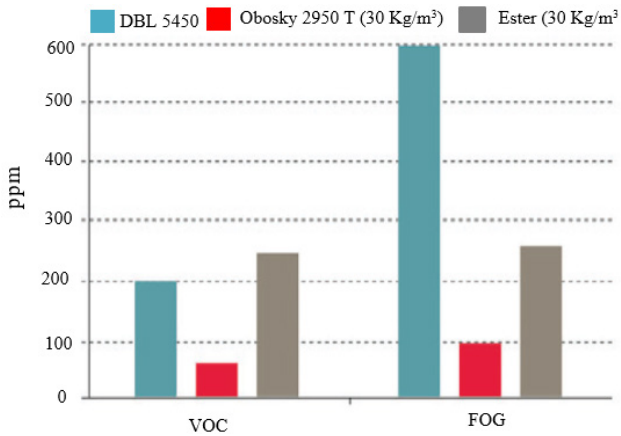


شکل ۲. مقایسه ساختار خانکی انواع مختلف اسفنج

در زمینه فعال‌کننده سطح سیلیکونی، تلاش‌های زیادی برای ساخت مواد تمیز و کم‌بو انجام شده است. اکنون طیف وسیعی از محصولات برای بهینه‌سازی فراورش اسفنج و کمک بیشتر به کنترل ساختار خانکی و باز بودن آن در دسترس است.

در زمینه یاریگر، طیف وسیعی از مواد واکنش‌پذیر موجود است. این مواد، تولید اسفنج در شرایط خوب را، صرف نظر از تجهیزات موجود، امکان‌پذیر می‌سازند.

مواد ضد حریق کم انتشار، کارآمد و بدون هالوژن هنوز در حال تکامل هستند و هنوز باید کارهایی برای کاهش تاثیر بر خواص پیرش اسفنج انجام شود. دو رویکرد رقیب وجود دارد. یا می‌توان از مواد واکنش‌پذیر استفاده کرد، که این امر خطر تاثیر منفی بر فراورش اسفنج را به همراه دارد، یا می‌توان از گونه‌های با وزن مولکولی بالاتر که در VOC و مه (FOG) ظاهر نمی‌شوند، استفاده کرد. با این حال، در درازمدت، این مواد می‌توانند از ماده خارج شوند. شرکت FoamPartner نیز در این زمینه فعال است و با همکاری EMPA در سوئیس، مواد ضد حریق جدیدی را توسعه داده است.



شکل ۳. انتشار VOC برای اسفنج Obosky نوع T 2950 kg/m3 30 و اسفنج پلی‌استر پلی‌ال

هنگام توسعه فناوری Obosky، شرکت FoamPartner ابتدا پلی‌ال‌های منتخب را با ایزوسیانات‌ها ترکیب کرد. این کار فرمول‌بندی پایه‌ای را به دست داد که ساختار خانکی پایدار و کنترل‌شده‌ای دارد. نتایج در شکل ۲ نشان داده شده است.

برای تولید اسفنج از دستگاه‌های فشار قوی پیشرفته استفاده شد.

از شکل ۲ مشخص است که می‌توان با استفاده از شیمی مبتنی بر پلی‌اتر، ساختار خانکی اسفنج‌های استری را مطابقت داد.

این فناوری جدید امکان توسعه طیف کاملی از مواد را فراهم می‌کند. چگالی آن‌ها از ۲۵ کیلوگرم بر متر مکعب به بالا متغیر است و جریان هوا از طریق اسفنج را می‌توان از تقریبا صفر تا تقریبا به‌طور کامل باز تنظیم کرد. این خانواده اسفنج را می‌توان در کاربردهایی مانند صندلی‌های تهویه مطبوع و اسفنج‌های درزگیر هوابند برای اسفنجش درجا استفاده کرد.

جدول ۱، اسفنج Obosky نوع ۲۹۵۰ T را با جزئیات بیشتری شرح می‌دهد. این یک گونه عمومی برای کاربردهای آستر سقف است. این ماده یک گونه اروپایی است، اما محصول مشابهی (Obosky ۲۹۵۰ C) نیز در چین تولید می‌شود.

اسفنج Obosky 2950 T	داده معمول	مشخصات هدف	آزمون
خواص فیزیکی کلیدی			
چگالی (kg/m³)	28/5	<30	DIN EN ISO 845
٪40 CLD (kPa)	3/9	>3/5	DIN EN ISO 3386
٪50 C.Set (%)	3	<7	DIN EN ISO 1856
استحکام کششی (kPa)	240	>90	DIN EN ISO 1798
کشامد (%)	162	>130	DIN EN ISO1798
اتلاف سختی			
بعد از آب‌کافت (%)	46	<50	DBL 5450
بعد از پیرش گرمایی (%)	16/3	<20	DBL 5450
(ppm) VOC/FOG	53/92	200/600	VDA 278
بو	3	≤3	VDA 270
استالدهید (µg/m³)	35	تا حد پایین	10 لیتر تدلار
فرمالدهید (µg/m³)	13	تا حد امکان	آزمون کیفی
رفتار سوختن			
DBL	<100	0/0/0	اصلی/بعد از آب‌کافت 5307/5/1/
	MVSS 302	mm/min	بعد از پیرش گرمایی

جدول ۱. داده‌های معمول برای Obosky 2950 T (آزمایش خارجی/مستقل)

شکل ۳ مقایسه‌ای بین اسفنج‌های آستر درجه یک اروپایی از نظر انتشار VOC و FOG طبق آزمایش DBL ۵۴۵۰ نشان می‌دهد.

این خانواده جدید از فرمول‌بندی‌ها پتانسیل تولید پوشش‌های سقف خودرو با نازک‌ترین منسوجات را دارند. این امر به دلیل ساختار سطحی خوب و خواص خانکی آن امکان‌پذیر است.

منبع:

Heribert Perler, Henri Mispreuve, “Lower Emissions with New Auto Formulation,” Urethanes Technology International, October/ November 2019, Page 36-37.

برگردان: مهندس فائزه نرگسی اعظم
faezeh.nargesi.a@gmail.com

پوشش‌های مواد نرم‌حس بر روی سطح محصولات پلاستیکی و چشم‌اندازهای کاربردی آن‌ها در زمینه‌های عمومی: مطالعه مروری

پوشش‌های مواد نرم‌حس (soft-feel material coatings) عمدتا شامل پلی یورتان (PU)، لاستیک سیلیکونی (SR) و اسید پلی‌اکریلیک (PAA) و غیره می‌توانند معایب محصولات پلاستیکی رایج مانند هم‌بسپار (copolymer) اکریلونیتریل بوتادی‌ان استایرن (ABS)، پلی‌کربنات (PC) و پلی‌پروپیلن (PP) را که دارای سطوح سرد، سخت و براق هستند، برطرف کنند و به سطوح گرم، نرم و مات دست یابند. این امر به‌طرز قابل توجهی کیفیت و قیمت محصولات را بهبود می‌بخشد. با وجود این که این مواد پوششی می‌توانند تا حدی نیازهای اصلی اثر نرم‌حسی را برآورده کنند، اما خواص جامع آن‌ها، مانند عملکرد مکانیکی، مقاومت در برابر آب‌وهوا و مقاومت در برابر آلودگی، هنوز نقاط ضعفی دارند و نیاز به بهبود دارند. علاوه بر این، در پیشینه مطالعات موجود، کاستی‌های عمیق‌تری در مورد فلسفه طراحی و راهبردهای تهیه مواد نرم‌حس وجود دارد. این مقاله با شروع از سازوکار تولید این احساس راحتی و سپس بررسی نظام‌مند کاربرد آن‌ها در زمینه‌های عمومی با ارزش افزوده اقتصادی بالا، مانند قاب‌های تلفن همراه، قاب‌های سیگار برقی، ظروف آرایشی و غیره، تلاش می‌کند تا پیشرفت‌های تحقیق و توسعه در زمینه‌های مرتبط در دهه‌های اخیر را به‌طور نظام‌مند و دقیق مرور کند و سعی در ارائه چشم‌اندازی باز بر روی جهت‌های توسعه آینده آن‌ها، مانند به‌کارگیری مهندسی سطح و مواد ترکیبی، دارد. این مطالعه مروری انتظار دارد که برخی از جهت‌گیری‌های منطقی تفکر و راهنمایی‌های عملی مناسب برای توسعه سریع و سالم مواد نرم‌حس در زمینه‌های تحقیق و کاربرد ارائه دهد.

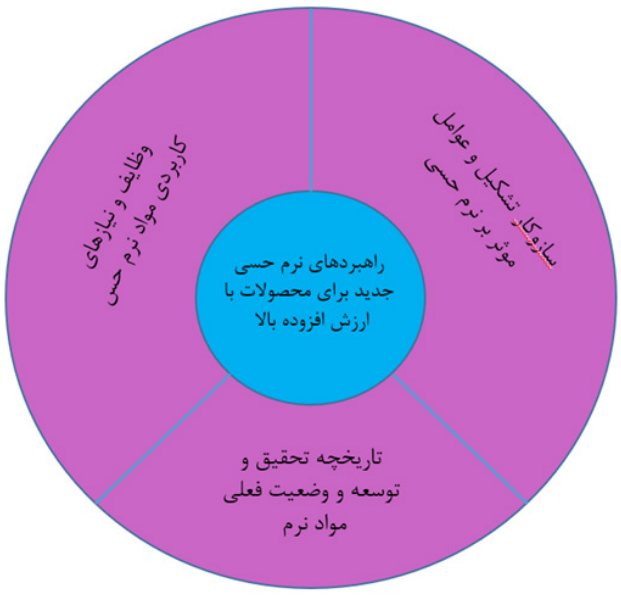
مقدمه

پلاستیک در مقایسه با مواد فلزی و سرامیکی سنتی، دارای مزایای زیادی است، مانند وزن سبک، مقاومت در برابر خوردگی، فراورش آسان، مصرف انرژی کم در تولید قطعات پیچیده. بنابراین، به‌تدریج در بسیاری از زمینه‌ها جایگزین مواد سنتی می‌شود. از جمله، مواد پلاستیکی به‌ویژه با الزامات توسعه وزن سبک، مصرف انرژی پایین و انتشار کم در صنعت خودروسازی هم‌خوانی دارند و بنابراین به‌طور گسترده‌ای در قطعات خودرو استفاده می‌شوند. به‌عنوان مثال در مطالعه‌ای، یک مرور نظام‌مند از آخرین تحولات در دو زیرلایه پلاستیکی خارجی مهم خودروسازی، گرمانرم پلی‌الفینی (Polyolefin Thermoplastic, TPO) و پلی‌کربنات (PC) با تمرکز بر پوشش‌های آن‌ها انجام شد. به‌عنوان یک نماینده برجسته از مواد پلاستیکی، هم‌بسپار اکریلونیتریل بوتادین استایرن (ABS) یک پلاستیک مهندسی است و عملکرد جامع عالی آن ناشی از اثر هم‌افزایی بین اکریلونیتریل با مقاومت شیمیایی بالا و سختی سطح، بوتادی‌ان با انعطاف‌پذیری بالا و استایرن با ویژگی‌های خوب فراورش و رنگرزی است. بنابراین، ABS به‌طور گسترده‌ای در آذین‌های داخلی و خارجی مانند قاب‌بندهای (panel) درب، قاب‌بندهای ابزار و مشبک‌های گرمایی (heat dissipation grill) در خودروها، و همچنین در محصولات برقی مانند قاب‌های تلفن همراه و اجزای رایانه استفاده می‌شود. با این حال، محصولات آن مستعد نقص‌هایی مانند رنگ‌های نایکنواخت و لکه‌ها هستند و در طول استفاده با مسائلی مانند پیرش، تردی، خراش، آلودگی و تجمع الکتریسیته ساکن مواجه می‌شوند.

پوشش‌های سطحی، به‌ویژه مواد نرم‌حس، می‌توانند این نقص‌ها را پوشش داده و رنگ و براقیت خاصی را فراهم کنند و به این ترتیب زیبایی و راحتی ظاهری آن‌ها را بهبود بخشند. علاوه بر این، این پوشش‌ها می‌توانند اثر محافظتی خاصی بر روی زیرلایه فراهم کنند و از آن در برابر خراش‌ها، حلال‌ها، باران، برف و غیره محافظت کنند. به‌عنوان مثال، پوشش‌های نرم PU می‌توانند به‌طور قابل توجهی مقاومت در برابر خراش، مقاومت در برابر سایش، مقاومت در برابر حلال و سایر خواص سطح ABS را بهبود دهند. هم‌چنین می‌توانند براقیت را به ۱ درصد در جهت ۶۰ درجه کاهش دهند و سروصدای ناشی از اصطکاک (friction noise) را کاهش دهند. تقاضای مصرف‌کنندگان برای پوشش‌های نرم‌حس برای محصولات پلاستیکی سخت مانند PC، ABS و پلی‌پروپیلن (PP) با لمسی نرم و صاف شبیه به چرم و ظاهری مات منجر به ظهور این پوشش‌ها شده است. شرکت آلمانی بایر اولین نسل از پوشش‌های نرم‌حس را در دهه ۱۹۹۰ توسعه داد. پس از آن، در زمینه سنتز مواد اولیه و فناوری تهیه برای پوشش‌های نرم‌حس، در سطح جهانی در خط مقدم قرار داشته است. پوشش‌های نرم‌حس همچنین به‌عنوان پوشش‌های کشسان، پوشرنگ‌های کشسان، پوشش‌های لمسی، لاستیکی و غیره شناخته می‌شوند. نام آن‌ها به‌دلیل توانایی تغییر معایب محصولات پلاستیکی که سرد، سخت و براق هستند، به بافتی گرم، انعطاف‌پذیر، ظریف و صاف است. در حال حاضر، زیرلایه‌های پلاستیکی که به‌طور گسترده‌ای برای پوشش‌های نرم‌حس در کالاهای مصرفی استفاده می‌شوند، شامل آذین داخلی خودرو (مانند صفحه عقربه‌ها (instrument dial)، دسته‌ها (handle)) و محصولات برقی (مانند اجزای رایانه، قاب‌های تلفن همراه، سیگارهای برقی و غیره) هستند که به‌طور مستقیم با بدن انسان در تماس هستند. در دهه‌های گذشته، پوشش‌های نرم‌حس از جستجوی اولیه برای کشسانی مشابه پوست یا لاستیک نرم به دستیابی به بافتی مخملی، ابریشمی، خشک و نرم تغییر کرده‌اند. از دیدگاه مواد، عمدتا شامل PU، لاستیک سیلیکونی (SR) و اسید پلی‌اکریلیک (PAA) می‌باشند که PU سهم غالب بازار را دارد. به‌طور کلی، در مقایسه با PU، SR شفافیت، نرمی و مقاومت در برابر لکه بهتری دارد اما بیشتر مستعد زرد شدن و کمتر مستعد جدا شدن است. در مطالعه‌ای مشخص گردید که برای تهیه پوشش PU نرم‌حس روی سطح فیلم‌های پلی‌پروپیلن دوسوجهت‌یافته (BOPP) سه راهبرد مختلف وجود دارد: استفاده از ریزگوی‌های ((microsphere PU نرم و با کشسانی بالا، استفاده از لوسیون خود مات‌کننده پلی‌یورتان آب‌پایه (WBPU)، و استفاده از پخت با نور فرابنفش (UV) و برانگیخت‌پار (eximer) برای تاثیرگذاری بر چروک سطح. شایان ذکر است معمولا مواد نرم به مواد سنتزی و مواد زیستی با مدول کشسان کمتر از ۱۰ مگاپاسکال گفته می‌شود. این مواد دارای ویژگی‌های عالی مانند وزن سبک، مدول کم و قابلیت کشسانی هستند و همچنین عملکردهای مختلفی مانند حسگری (sensing)، عملگری (actuation)، عایق‌بندی و ترابری دارند. بنابراین، می‌توانند در بسیاری از زمینه‌ها مانند بافت‌های هوشمند، دستگاه‌های انعطاف‌پذیر، محصولات برقی پوشیدنی و غیره به‌کار روند.

در مطالعه‌ای به‌طور نظام‌مند پیشرفت‌های طراحی، تهیه و کاربرد مواد نرم از سه دسته ژل، اسفنج و لاستیک بررسی گردید.

اگرچه در مطالعات موجود مرورهایی درباره تعریف، ترکیب، ویژگی‌ها و روش‌های تشخیص پوشش‌های نرم‌حس وجود دارد، اما تحلیل این حوزه هنوز از عمق و وسعت کافی برخوردار نیست. همان‌گونه که در شکل (۱) قابل ملاحظه است، این مطالعه مروری

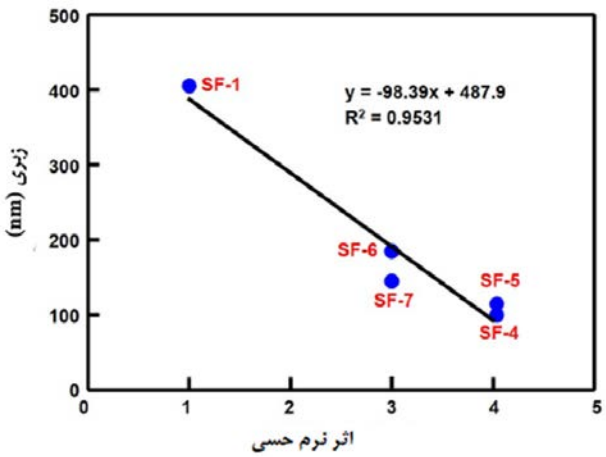


شکل ۱: نمایی از موارد اصلی مطرح شده در این مقاله‌ی مروری

با شـــروع از عملکردها و الزامات کاربرد مواد نرم‌حس آغاز می‌شود. سپس، از طریق بررســـی عمیق و دقیق ســـازوکار تشکیل و عوامل موثر بر احســـاس نرمی، تاریخچه تحقیق و توسعه و وضعیت کنونی مواد نرم‌حس و ویژگی‌های مشـــترک آن‌هـــا، راه‌حل‌های جدیدی برای کاربرد مـــواد نرم‌حس در محصولات با ارزش افزوده بالا مانند قاب‌های تلفن همراه ارائه خواهد شد.

سازوکارهای تشکیل و عوامل موثر بر نرم‌حسی

ویژگی‌های لذت‌بخش محرک‌های لمســـی (tactile stimuli)، از جمله احساس نرمی، برای کیفیت زندگی انسان حیاتی است. به‌طور کلی، ســـطوح نرم و صاف خوشایند هســـتند، در حالی که سطوح سخت و زبر ناخوشایند محســـوب می‌شـــوند. در مطالعه‌ای پژوهشگران دریافتند که حس لمســـی نه تنها به ویژگی‌های ســـطح ماده بستگی دارد، بلکـــه تحت تاثیر عوامل متعددی مانند بخش‌های حســـی بدن انسان، سرعت تماس، سطح فشار، جنســـیت انسان و زبری پوست انگشت نیز قرار می‌گیرد. علاوه بر این، تفاوت بین احساسات گرم و سرد انگشتان ناشی از دمای زیاد یا کم محیط نیز نقش مهمی در لذت لمسی ایفا می‌کند. در مطالعه دیگری دریافتند که احساس نرمی یک شی نتیجه ادراک مشترک حواس مختلف، مانند لامسه و بینایی است. در این میان، ادراک لمسی بر انعطاف‌پذیری، گرانروی، اندازه ذرات و زبری مـــواد تمرکز دارد، در حالی کـــه ادراک بصری نیز می‌تواند اطلاعات مشـــابهی ارائه دهد، به‌ویژه اینکه بین بینایی پویا و ادراک لمســـی ارتباط قوی وجود دارد .پژوهشـــگران در مطالعه‌ای اشاره کردند که ایجاد حس پوســـت (skin sensation) روی ســـطح اشیا به وجود ساختارهای خاصی مانند چروک‌ها و برآمدگی‌ها بستگی دارد که باعث می‌شود افراد در هنگام تماس با آن‌ها خودآگاهی پیدا کنند. بر اساس ســـازوکار تشکیل صفحات حس پوســـت، آن‌ها همچنین روش‌های شکل‌دهی پوشش‌های حس پوست، شاخص‌های ارزیابی حس پوست و غیره را مرور کردند تا به تولید مبلمان با حس پوست کمک کنند. پژوهشـــگران دیگری آزمایش‌های لمسی ذهنی بر روی ۱۰ ماده، از جمله چوب طبیعی، چرم، پلاســـتیک‌های مهندســـی و فلز، که برای تهیه اجزای داخلی خودرو اســـتفاده می‌شـــوند، انجام دادند. این آزمایش‌ها شـــامل نرمی/سختی، انعطاف‌پذیری/مقاومت، و همچنین گرما/ســـرما بودند و بـــا عملکردهایی که از آزمایش‌های ریزبینی کاوند سوده‌شناســـی (Tribological Probe Microscopy, TPM، سوده‌شناسی (tribology) دانش بررســـی برهم‌کنش سطح و حرکت اســـت. بررسی اصطکاک، روان‌کاری و سایش در این شاخه صورت می‌پذیـــرد، مترجم) مانند ریخت‌شناســـی (morphology)، اصطکاک، مدول یانگ و سختی به دست آمده بودند، مقایسه شدند. نتایج نشان داد که اگرچه تفاوت قابل توجهی در مقیاس منطقه ادراک شـــده بین این دو وجود داشـــت، اما هنوز هم هم‌بستگی قوی بین آن‌ها وجود دارد که نشان می‌دهد ادراک لمسی انسان واقعا تحت تاثیر ریزساختار و حتی نانوساختار ســـطح ماده قرار دارد. به‌طور مشابه، پژوهشگران دیگری پوشش‌های نرم‌حس را با استفاده از رزین‌های آب‌پایه‌ای که از رزین‌های PU نرم و ســـخت تشکیل شده بودند، تهیه کردند، تاثیر ترکیب و محتوای مواد اولیه بر عملکرد نرم‌حسی را مطالعه کردند و سعی کردند ارتباط بین درک کاربر و ویژگی‌های اندازه‌گیری تجربی ســـطح پوشـــش را پیدا کنند. برای این منظور، ۷۲ نفر در یک محیط آزمایشی مشابه گرد هم آمدند تا پوشش را لمس کنند و امتیاز دهند و در عین حال ویژگی‌های فیزیکی پوشش را از طریق اندازه‌گیری‌هایی مانند کشش مکانیکی، سختی Micro-Vickers (یک روش اندازه‌گیری ســـختی مواد است که از یک خلنده (indenter) الماسی هرمی شکل با نیروی کم برای ایجاد فرورفتگی در سطح نمونه استفاده می‌کند. این روش برای ارزیابی ســـختی مواد در مقیاس‌های ریزبینی در مواردی که نیاز به دقت بـــالا در اندازه‌گیری ســـختی مناطق کوچک وجود دارد، کاربـــرد دارد، مترجم)، ریزبین نیـــروی اتمی (AFM) و ضریب اصطـــکاک توصیف کردند. نتایج نشـــان داد که اثر نرم‌حســـی ماده زمانی بهترین بود که نســـبت رزین‌های نرم و سخت ۱:۳ بود. جالب است که فیلم‌هایی با بهترین اثر لمســـی، آن‌هایی نبودند که کمترین یا بیشـــترین سختی را داشتند، بلکه پوشـــش‌هایی بودند که بالاترین انعطاف‌پذیری را داشتند. علاوه بر این، بهترین پوشش برای احساس نرمی دارای ضریب اصطکاک کم‌تر و زبری ســـطح کمتری بود، اما پوشش با کم‌ترین ضریب اصطکاک برای احساس نرمی مناسب نبود. همان‌طور که در شـــکل (۲) نشان داده شده است، زبری سطح به‌طور معکوس با اثر نرم‌حســـی مرتبط اســـت، به این معنی که یک سطح زبر می‌تواند اثر نرم‌حســـی را کاهش دهد. به‌طور کلی، بین خواص جامع ماننـــد خواص مکانیکی، زبری ســـطح و ضریب اصطکاک و حس لمسی انســـان هم‌خوانی خوبی وجود داشت که آن را به‌عنوان معیاری برای پیش‌بینی و ارزیابی اثر نرم‌حســـی مواد تبدیل می‌کند. پوشش‌هایی با بهترین اثر نرم‌حسی، آن‌هایی بودند که دارای سختی بالاتر، مدول متوسط، زبری کمتر و ضریب اصطکاک کمتری بودند.



شکل ۲: هم‌بستگی میان زبری سطح پوشش و اثر نرم‌حسی

به‌طور کلی، ضریب اصطکاک اشـــیای نرم با مدول کشسان و سختی کم‌تر، بیشتر از اشیای سخت با مدول کشسان و سختی بیش‌تر است. در مطالعـــه دیگری پژوهشـــگران بـــا اســـتفاده از پودرهایی برای پوشش‌دهی پوســـت، مانند مواد ساخته شـــده از PU، آزمایش‌های روان‌شـــناختی را انجام دادنـــد. آن‌ها دریافتند که برای ســـطوحی با مدول کشسان مشـــابه، هرچه ضریب اصطکاک کمتر باشد، احساس

نرمی بهتری ایجاد می‌شود. در مقابل، وقتی فقط فشار وارد می‌شود، چنین تفاوتی مشاهده نمی‌شود. آن‌ها بر این باور بودند که از دیدگاه سوده‌شناسی و مکانیک تماس، تداخل روان‌شناختی بین سختی (مدول کشسان) و ضریب اصطکاک یک تناقض است و جداسازی نادرست بین نیروهای عمود و مماس و تغییر شکل پوست در سرانگشت ممکن است دلایل اصلی این تناقض در انسان‌ها باشد. با توجه به اینکه احساس نرمی، به‌عنوان تجلی ارزش یک کالا، معمولا با ارزیابی حسی ذهنی مصرف‌کنندگان تعیین می‌شود و معایب زمان‌بر و پرهزینه‌ای دارد، پژوهشگرانی تحت تاثیر جریان ادراکی انسان، یک سامانه ارزیابی لمسی مبتنی بر لایه‌بندی لمسی را پیشنهاد کردند که بازخورد لمسی از خروجی حسگرها را فراهم می‌کرد. آن‌ها احساس لمسی را از احساس لمسی پایین (LTS) تا احساس لمسی بالا (HTS) طبقه‌بندی کردند و سپس از طریق تجزیه و تحلیل آماری، هم‌بستگی بین هر سطح را به‌دست آوردند. بر اساس اندازه‌گیری‌های فیزیکی، ترجیحات تعیین شد و آزمایش‌ها نشان دادند که دقت آزمایش تا ۸۰ درصد بوده است. همان‌طور که از مطالب فوق می‌توان مشاهده کرد، احساس نرمی به‌طور واقعی با ماده و ساختار لایه‌ای کالا ارتباط دارد که هم‌چنین راهنمایی برای طراحی و تهیه مواد نرم‌حس فراهم می‌کند. به‌عنوان مثال، با ترکیب هوشمندانه مواد سطحی با ساختارهای لایه‌ای، می‌توان احساس نرمی بی‌نظیری ایجاد کرد. آزمایش عملکرد احساس نرمی هنوز نیازمند رویکردی بیشتر عینی و تکرارپذیر است. تنها به این صورت می‌توان احساس نرمی را از یک ویژگی کیفی ذهنی به عملکرد کمی عینی تبدیل کرد و حتی مجموعه‌ای از استانداردها برای پیروی صنایع مرتبط ایجاد کرد.

طراحی، تهیه و ویژگی‌های مواد PU نرم‌حس

- ترکیب پایه مواد PU نرم‌حس

مواد نرم‌حس نه تنها باید راحتی لمس پوست و زیبایی بصری را داشته باشند، بلکه باید مزایایی مانند مقاومت خوب (مقاومت در برابر خراش، مقاومت در برابر خوردگی و مقاومت در برابر حلال)، براقیت کم و تولید پایین ترکیبات آلی فرار (VOCs) را نیز داشته باشند. تولید ترکیبات فرار در پوشش‌های آب‌پایه می‌تواند کمتر از ۴ گرم بر مترمربع باشد، در حالی که این مقدار در پوشش‌های حلالی معمولا بیش از ۸۰ گرم بر مترمربع است. به‌وضوح، پوشش‌های آب‌پایه که از آب به‌عنوان حلال استفاده می‌کنند، با الزامات زیست‌محیطی هم‌خوانی بیشتری دارند و بنابراین در پوشش‌های داخلی خودرو نسبت به پوشش‌های خارجی سهم بسیار بالاتری دارند. در واقع، با معرفی پوشش‌های فلزی روی زیرلایه‌های بسپاری، می‌توان انتشار VOC را کاهش داده و بعضی از عملکردهای جالب را محقق نمود، اما این موضوع در کانون توجه این مطالعه مروری نیست. همان‌طور که پیش از این ذکر شد، مواد استفاده شده برای نرم‌حسی عمدتا شامل PU،SR و PAA هستند، اما PU سهم بازار بسیار بیشتری نسبت به دیگران دارد. بنابراین تمرکز اصلی این مطالعه مروری بر PU خواهد بود. البته در تاریخچه مطالعات، گزارش‌هایی در مورد انواع دیگر مواد نرم‌حس نیز وجود دارد. به‌عنوان مثال، پژوهشگرانی بر این باور بودند که چرم، خز، پر و سایر مواد استفاده شده به‌عنوان مواد الکترودی با اصطکاک مثبت (friction-positive electrode material) که همچنین به عنوان کاتد شناخته می‌شود، یکی از اجزای خانک‌های الکتروشیمیایی مانند باتری‌هاست که جریان بار مثبت را در هنگام تخلیه اسان می‌کند. این ماده معمولا از موادی تشکیل می‌شود که می‌توانند به راحتی الکترون‌ها را دریافت و آزاد کنند و بدین‌وسیله جریان برق را در یک مدار ممکن می‌سازند، مترجم) دارای خواص لمسی خوبی (راحتی) هستند. بنابراین، آن‌ها پودرهای غشای پوسته تخم‌مرغ (ESM) را که در رسته مواد الکترودی با اصطکاک مثبت هستند، ذوب کرده و با PP مخلوط کردند و دریافتند که مواد چندسازه زیستی ESM/PP تهیه‌شده دارای خواص لمسی بهبود یافته‌ای هستند. سازوکار اصلی این بود که افزودن ESM قطبی ضریب اصطکاک درون‌صفحه‌ای PP غیرقطبی را کاهش داده و مثبت بودن اصطکاک، نرمی سطح و چسبندگی آن را افزایش می‌دهد. علاوه بر این، پژوهشگران دیگری بسپار PAA اصلاح‌شده با هیدروکسیل را به‌عنوان ماده تشکیل‌دهنده فیلم انتخاب کردند تا یک پوشش دو جزئی نرم‌حس برای پلاستیک‌های ABS تهیه کنند که دارای احساس دست صاف، مقاومت خوب در برابر خراش و چسبندگی عالی بود. آن‌ها تاثیر انواع و مقادیر اجزای اصلی (نرم‌کننده‌ها، عوامل مات‌کننده، عوامل پخت، حلال‌ها، افزودنی‌ها و غیره) بر خواص اصلی فیلم پوشرنگ (چسبندگی، درجه نرم‌حسی، مقاومت در برابر خراش و غیره) را مورد بحث قرار دادند. آن‌ها ابتدا جز A (شامل بسپار PAA اصلاح‌شده با هیدروکسیل، بسپار PAA گرمانرم، رنگدانه، پرکننده، عامل مات‌کننده، پراکنش‌یار (dispersant)، عامل پخت، عامل ترازگر (leveling agent)، حلال و غیره) را تهیه کرده و سپس آن را به‌طور یکنواخت با جز B (که عمدتا شامل مخلوطی از عامل پخت، رقیق‌کننده و غیره است) در نسبت معین مخلوط کردند و گرانروی را قبل از پاشش روی ورق‌های ABS تمیزشده با اتانول بی‌آب تنظیم کردند. پس از ۳–۲ بار تکرار، پوشش در دمای اتاق به مدت ۱۵–۱۰ دقیقه خشک شده و سپس در دمای ۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۰–۳۰ دقیقه پخت شد. ضخامت نهایی پوشش حدود ۳۰ میکرون بود. نتایج نشان داد که فرمول‌بندی بهینه مواد اولیه شامل عامل پخت N-۳۳۹۰، عامل مات‌کننده OK۶۰۷، یاریگر پخت دی‌بوتیلتین دی‌لورات (DBTDL)، عامل ترازگر سیلیکونی آلی BYK۳۳۱ و عامل اکریلیک اصلاح‌شده با فلوئوروکربن EFKA۳۷۷۷ بود.

PU در سال ۱۹۳۷ توسط Otto Bayer آلمانی اختراع شد و از حدود سال ۱۹۶۰ به‌عنوان پوشش برای هواپیماها مورد استفاده قرار گرفت. PU به دو نوع پلی‌استری و پلی‌اتری تقسیم می‌شود که می‌توانند برای تهیه موادی با ویژگی‌های ظاهری مختلف، مانند پلاستیک‌ها (عمدتا پلاستیک‌های اسفنجی)، الیاف (spandex) و لاستیک‌ها استفاده شوند. واکنش شیمیایی پلی‌یورتان شامل بسپارش تراکمی بین مواد سخت‌کننده پلی‌ایزوسیانات (مانند سه‌پار (trimer) هگزامتیلن

دی‌ایزوسیانات (HDI)، بیوره (biuret) و غیره) و دی‌ال‌ها (پلی‌استر، پلی‌اتر یا انواع دیگر) انجام می‌شود. فرمول کلی واکنش به‌صورت زیر است:

$$-N=C=O + -OH \rightarrow -NH-COO-$$

باید توجه داشت که ایزوسیانات‌ها به‌راحتی با آب واکنش می‌دهند و اوره تولید می‌کنند:

$$2\text{-}N=C=O + H_2O \rightarrow -NH-CO-NH- + CO_2$$

بنابراین، در محیط آبی، مقدار گروه‌های ایزوسیانات (-N=C=O) که اضافه می‌شود (که تغییرات محتوای آن می‌تواند با طیف‌سنجی تبدیل فوریه فروسرخ (FTIR) اندازه‌گیری شود) باید کمی بیشتر از مقدار گروه هیدروکسیل (-OH) پلی‌ال‌ها باشد. همچنین، پلی‌ایزوسیانات‌ها معمولا آب‌گریز هستند، بنابراین نیاز به افزودن نامیزه‌سازها (emulsifier) یا رزین‌های پلی‌هیدروکسی برای نامیزه‌سازی (emulsification) وجود دارد.

ترکیب پوشش‌های PU نرم‌حس معمولا شامل ماتریس بسپاری کشسان، عامل پخت، یاریگر، پودر کشسان، افزودنی ایجاد احساس نرمی، پودر مات‌کننده، عامل ترازگر، عامل خیس‌کننده، حلال آلی، افزودنی‌ها و غیره است. مواد اصلی که عملکرد نرم‌حسی را فراهم می‌کنند شامل رزین کشسان، پودر کشسان و افزودنی‌های ایجاد احساس نرمی هستند. پوشش‌های PU نرم‌حس معمولا از پراکنش WBPU با کشسانی بالا و ایزوسیانات‌های آب‌پایه تشکیل می‌شوند. کشسانی بالای پوشش‌های PU ناشی از زنجیرهای بلند خطی و ترکیب متعادل از اتصال‌های عرضی است. عوامل ترازگر و خیس‌کننده عمدتا برای بهبود یکنواختی پوشش‌ها استفاده می‌شوند، در حالی که افزودنی‌های مومی (مانند موم نخل برزیلی) می‌توانند سطحی صاف تولید کنند. قسمت سخت PU سختی و خواص دمای بالا را تعیین می‌کند، در حالی که قسمت انعطاف‌پذیر خواص کشسانی، خواص دمای کم، مقاومت در برابر آب‌کافت و مقاومت در برابر حلال را تعیین می‌کند. تفاوت اصلی بین پوشش‌های PU نرم‌حس و پوشش‌های معمولی این است که نوع اول دارای قسمت‌های انعطاف‌پذیر بیشتر و چگالی اتصال عرضی کمتری هستند. بنابراین، آن‌ها مقاومت به دماهای کم بهتری دارند، اما ممکن است مقاومت کمتری در برابر حلال داشته باشند. به‌نظر می‌رسد که واقعا بین ویژگی‌های نرم‌حسی پوشش‌های PU و مقاومت آن‌ها در برابر حلال تضادی وجود دارد، بنابراین در عمل باید بر اساس الزامات خاص کاربردی، برخی از مصالحه‌ها انجام شود.

فرمول‌بندی ویژه، آزمایش عمکرد، روش‌های تهیه تحقیق و توسعه مواد PU نرم‌حس

- فرمول‌بندی ویژه مواد PU نرم‌حس

چند فرمول‌بندی معمولی برای مواد PU نرم‌حس در جدول (۱) فهرست شده که برخی از آن‌ها نیز فرمول‌بندی‌های بهینه‌شده هستند. می‌توان مشاهده کرد که فرمول‌بندی‌های اصلی شامل رزین کشسان، عامل پخت، یاریگر پخت، افزودنی کشسان، پودر مات‌کننده، عامل ترازگر، رقیق‌کننده و افزودنی‌ها و غیره است. در میان آن‌ها، انواع متنوعی از افزودنی‌ها وجود دارد که هر کدام نقش متفاوتی را ایفا می‌کنند.

رزین کشسان	عامل پخت	یاریگر	افزودنی کشسان	پودر مات کننده	عامل ترازگر	رقیق کننده	افزودنی
PL1300 و PS301	NM60	AKL25 و A5337	پودر AS340 و CS554	AL519	ALF10 و AL106	7400	-
پلی‌استر پلی‌ال‌ها	IPDI و HDI	DBTDL	-	-	381 (BYK, Bertelsdorf, Germany)	190 (BYK, Germany), DMPA, N-methylpyrrolidone, TEA, و triethylenediamine	عامل ضد رسوب 420، عامل خیس‌کننده 346 و ضد‌کف 024 (BYK, Germany)
پلی‌استر CTR6426 و CTR6428 (CNOOC Changzhou Environmental Protection Coatings, China)	L75, N3390, و N75 (Bayer, Leverkusen, Germany)	DBTDL	-	OK500, OK520, و TS100 (Degussa, Dusseldorf, Germany)	331 و 358 (BYK, Germany)	Xylene, toluene, butyl acetate, ethyl acetate, diacetone alcohol, و solvent oil S1000	-
پلی‌کربنات پلی‌ال‌ها	ایزوسیانات‌های آلیفاتیک	-	پودر P800T (Genshin, Tokyo, Japan) و wax dispersion CERAF-LOURV29	N20 (Wacker, Germany)	348 (BYK, Germany)	-	عامل خیس‌کننده 190 و 191، ضدکف 024 و گرانروی‌افزا420 (BYK, Germany)
PAAA و PAA اصلاح شده با هیدروکسیل (CNOOC Changzhou Environmental Protection Coatings, Changzhou, China)	L75, N3390, و N75 (Bayer, Germany)	به صورت تجاری در دسترس است	-	به صورت تجاری در دسترس است	اصلاح PAA شده با سیلیکون آلی و فلوئوروکربن	به صورت تجاری در دسترس است	(BYK, Germany)

جدول ۱: فرمول‌بندی (بهینه‌شده) مواد پلی‌یورتان نرم‌حس

- آزمایش عملکرد مواد PU نرم‌حس

آزمایش عملکرد مواد PU نرم‌حس عمدتا شامل زمان خشک شدن، ضخامت فیلم، چسبندگی، سختی مدادی (pencil hardness، یک روش آزمون برای ارزیابی مقاومت پوشش‌ها در برابر خراش است. در این روش مدادهایی با درجات سختی مختلف روی سطح کشیده می‌شوند و میزان خراشیدگی سطح، نشان‌دهنده میزان سختی پوشش است، مترجم)، براقیت (در ۶۰ درجه)، انعطاف‌پذیری، نرم‌حسی (شامل نرمی، صافی و کشسانی)، مقاومت در برابر خراش، مقاومت در برابر ضربه، مقاومت در برابر سایش، مقاومت در برابر آب، مقاومت در برابر حلال (مانند اتانول، بوتانون (متیل اتیل کتون (MEK)، مترجم) و غیره)، مقاومت در برابر اسید و باز، مقاومت در برابر دما و آب بالا و غیره است (همان‌طور که در جدول (۲) نشان داده شده است).

عملکرد	روش‌های آزمون
چسبندگی	روش‌های خراش با چاقوی شبکه‌ای صدتایی، سطوح ۷-۱، که سطح ۱ قوی‌ترین است
سختی مدادی	9B–9H، که 9H سخت‌ترین است
براقیت (۶۰ درجه)	-
انعطاف پذیری	سطح ۷-۱، که سطح ۷ بالاترین است
نرم‌حسی	روش لمس دست، سطح ۵-۱، که سطح ۵ بهترین است
مقاومت در برابر خراش	روش ناخن (fingernail method)، سطح ۵-۱، که سطح ۵ قوی‌ترین است
مقاومت در برابر ضربه	-
مقاومت در برابر سایش	-
مقاومت در برابر آب	-
مقاومت در برابر حلال (مانند اتانول، بوتانون و غیره)	تعداد چرخه‌های پاک کردن با حلال
مقاومت در برابر اسید، باز و نمک	-
مقاومت در برابر دمای بالا و رطوبت بالا	-

جدول ۲: آزمایش عملکرد مواد پلی‌یورتان نرم‌حس بر اساس استانداردهای ملی چین

دو نوع روش توصیف برای نرم‌حسی وجود دارد:
۱. روش لمس دست (hand-touch method): این روش شامل لمس مستقیم سطح با دست و ارزیابی بر اساس درک ارزشی است. اگرچه این روش راحت و سریع بوده و به‌طور گسترده‌ای استفاده می‌شود، اما فاقد شاخص‌های کمّی است و به شدت تحت تاثیر عوامل انسانی قرار دارد.
۲. روش تشخیص فیزیکی (physical detection method): این روش احساس لمسی را به چهار جنبه تقسیم می‌کند: زبر/صاف، نرم/سخت، سرد/گرم، و خشک/خیس، و تلاش می‌کند تا شاخص‌های کمّی را تعیین کند. این روش بهبودیافته‌تر از روش لمس دستی است، اما هنوز فاصله معناداری از کمیت واقعی دارد.

- روش‌های تهیه و پیشرفت تحقیقات مواد PU نرم‌حس

اولین مواد PU نرم‌حس از طریق کشسانی زنجیره‌های اصلی پلی‌استر به‌دست آمدند، اما مقاومت آن‌ها در برابر آب و زرد شدن ضعیف بود و مواد شیمیایی مضر مانند تری‌اتیل‌آمین (TEA) در فرمول‌بندی موجود بود. از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۰۹، شرکت Bayer یک پوشش لمسی کشسان متشکل از یک پخش‌کننده حاوی گروه‌های هیدروکسیل و پلی‌ایزوسیانات‌ها را معرفی کرد که می‌توانست واکنش دهد و پوششی شبیه به لاستیک تشکیل دهد. علاوه بر این، پیوندهای PU واکنش‌ناپذیر با وزن مولکولی بالا نیز به سامانه اضافه شدند تا احساس مخملی، نرم و خشک را فراهم کنند. در مطالعه‌ای از نسبت معینی از رزین‌های PL۱۳۰۰ و PS۳۰۱ به‌عنوان رزین‌های کشسان استفاده شد و عوامل پخت، یاریگر، افزودنی‌های لمسی، پودر کشسان، پودر مات‌کننده، عامل‌های ترازگر و غیره اضافه شد تا پوشرنگ نرم‌حس تهیه گردد. فرمول‌بندی بهینه شده به‌دست آمده به‌صورت زیر بود:
• نسبت دو رزین پلی‌استر در رزین کشسان ۱:۱؛
• مقدار یاریگر ۲ درصد وزنی از کل مقدار رزین؛
• مقدار عامل پخت ۱.۱ برابر مقدار معادل؛
• مقدار عامل لمسی ۱۰ درصد وزنی از کل مقدار رزین؛
• مقدار پودر کشسان ۵۰ درصد از کل مقدار رزین؛
• مقدار پودر مات‌کننده ۵ درصد وزنی از کل مقدار رزین.
ابتدا زیرپوشه (primer) به ضخامت ۲۰–۱۵ میکرون و سپس پوشش بالایی به ضخامت ۳۰–۲۵ میکرون پاشیده شد.
اختلاف بین دو فرمول‌بندی این بود که دومی دارای مقدار بیشتری از عوامل پخت و رقیق‌کننده نسبت به اولی بود. قبل از پاشش، از یک پارچه صافی ۲۰۰ مش استفاده شد و پوشش پس از پاشش به مدت ۲۰–۱۵ دقیقه در هوا خشک شد و سپس در دمای ۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه پخت شد.
پژوهشگران دیگری تری‌اکریلات پنتا اریتریتول (PETA) و پلی‌دی‌متیل‌سیلوکسان (PDMS) را به زنجیره اصلی WBPU معرفی کردند تا لوسیون WBPU اصلاح‌شده با سیلوکسان تهیه کنند که می‌توانست با UV پخت شود و سپس این لوسیون را با افزودنی‌ها ترکیب کردند تا پوشش‌های آب‌پایه تهیه کنند. در مقایسه با پوشش‌های بدون اصلاح، پوشش اصلاح‌شده دارای مقاومت خوب در برابر آب و حلال بود در حالی که احساس نرمی عالی را حفظ می‌کرد و می‌توانست به‌عنوان پوشش نرم‌حس آب‌پایه استفاده شود. در این بین، بخش‌های بسپار سیلیکونی به ماده احساس نرمی خوبی دادند، در حالی که پخت با UV چگالی پیوند مورد نیاز را فراهم کرد. مواد اولیه شامل ایزوفورون دی‌ایزوسیانات (IPDI)، پلی‌تترا هیدروفوران اتر گلیکول (PTMG)، اسید دی‌هیدروکسی‌متیل‌پروپیونیک (DMPA)، بوتان‌دی‌ال (BDO)، PETA، DBTDL، TEA، آغازگرهای نوری Irgacure ۱۱۷۳ و Irgacure ۵۰۰ و افزودنی‌ها بودند. در فرایند تهیه پوشش، ابتدا لوسیون WBPU تهیه شد و سپس آغازگر نوری، عامل خیس‌کننده، عامل ترازگر، عامل ضد کف، عامل گرانروی‌افزا و آب به آن اضافه شد. پژوهشگران پراکنش WBPU را با یا بدون گروه‌های انتهایی هیدروکسیل با استفاده از پلی‌استر پلی‌ال‌ها و دی‌ایزوسیانات‌ها سنتز کردند. پس از مخلوط کردن، عوامل ضد کف، عوامل ترازگر، پراکنش‌یارها، عوامل خیس‌کننده، عوامل ضد رسوب و سایر افزودنی‌ها اضافه شدند و سپس با عوامل پخت پلی‌ایزوسیانات آلی آب‌دوست واکنش دادند تا پوشش‌های PU نرم‌حس دو جزئی تولید گردند. مواد اولیه اصلی شامل HDI، IPDI، پلی‌استر پلی‌ال‌ها، DMPA، N-متیل‌پیرولیدون، DBTDL، TEA، تری‌اتیلن‌دی‌آمین، عامل ترازگر، عامل ضدکف، عامل ضد رسوب، عامل خیس‌کننده و پراکنش‌یار بودند. پس از تهیه فیلم پوشرنگ و خشک شدن سطح، آن را در دمای ۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه پخته و سپس به مدت ۲ روز در دمای اتاق نگه داشتند. آن‌ها دریافتند که با افزایش وزن مولکولی پلی‌استر پلی‌ال‌ها یا نسبت -OH/-N=C=O، انعطاف‌پذیری، مقاومت در برابر ضربه و مقاومت در برابر خراش فیلم پوشرنگ بهبود می‌یابد، اما چسبندگی، سختی و مقاومت در برابر حلال کاهش می‌یابد. دلیل اصلی این امر کاهش چگالی پیوند است. پلی‌استر پلی‌ال مطلوب دارای وزن مولکولی ۲۰۰۰ گرم بر مول بود، نسبت -OH/-N=C=O برای پخش ۱/۶ و نسبت -OH/-N=C=O برای پخت، ۰/۶۵ بود.
پژوهشگران دیگری از رزین پلی‌استر به‌عنوان ماده تشکیل‌دهنده فیلم همراه با پودر مات‌کننده، یاریگر (DBTDL)، حلال، عامل ترازگر، عامل پخت و غیره استفاده کردند تا پوشش لمسی کشسان برای رزین ABS تهیه کنند. ابتدا رزین پلی‌استر، حلال، یاریگر، پودر مات‌کننده و عامل هم‌ترازکننده مخلوط شدند و سپس عامل پخت و رقیق‌کننده اضافه شدند تا گرانروی به ۱۸–۱۵ ثانیه برسد. قاب‌بندهای ABS با ایزوپروپانول تمیز شدند تا گرد و غبار و لکه‌های روغن حذف شوند. پس از پاشش، سطح به مدت ۱۰ دقیقه خشک شد و سپس در دمای ۶۰ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه پخت شد یا به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق خشک شد. آن‌ها دریافتند که عوامل ترازگر سیلیکونی می‌توانند نرمی را فراهم کنند، در حالی که عوامل ترازگر اکریلیک می‌توانند احساسی شبیه چرم را ایجاد کنند. فرمول‌بندی بهینه شامل پلی‌استر هیدروکسیل خطی، پودر مات‌کننده TS۱۰۰، عامل ترازگر سیلیکونی آلی، یاریگر DBTDL و نسبت

-N=C=O/-OH برابر با ۱/۳ بود.

در مطالعه دیگری از WBPU به‌عنوان ماده تشکیل‌دهنده فیلم برای تهیه پوشش آب‌پایه برای پلاستیک ABS استفاده شد که دارای احساس دستی صاف، براقیت نرم، مقاومت خوب در برابر خراش و چسبندگی عالی بود. پژوهشگران همچنین تاثیرات انواع و مقادیر عوامل ضدکف، عوامل اتصال سیلیکونی، پودرهای کشسان، پراکنش یارهای مومی، عوامل پخت نیتروپیرازین، گرانروی‌افزاها و سایر افزودنی‌ها را بر چسبندگی، مقاومت در برابر آب، مقاومت در برابر خراش و سایر خواص پوشش مطالعه کردند. آن‌ها WBPU را با استفاده از ایزوسیانات‌های آلی و پلی کربنات پلی ال‌ها به‌عنوان مواد اولیه اصلی تهیه کردند و افزودنی‌های کشسان (برای بهبود مقاومت در برابر خراش)، عوامل خیس کننده، عوامل ضدکف (برای حذف حباب‌های کوچک و بزرگ)، گرانروی‌افزاها، عامل ترازگر، پراکنش یار مومی (برای مقاومت در برابر خراش و نرم‌حسی)، عامل مات‌کننده، عوامل اتصال سیلان (برای بهبود چسبندگی)، عوامل پخت نیتروپروپیدین (برای بهبود مقاومت در برابر آب)، عوامل تشکیل‌دهنده فیلم و غیره اضافه کردند. روش خاص این بود که ابتدا آب، عامل ضدکف، عامل خیس کننده، پودر مات‌کننده و پودر کشسان به ترتیب اضافه شوند. پس از یکنواخت شدن پراکنش، WBPU، عامل ترازگر، عامل اتصال سیلان، عامل ضد یخ، عامل تشکیل‌دهنده فیلم و پراکنش یار مومی به ترتیب اضافه شدند. سپس گرانروی‌افزا افزوده شد. پس از نگهداری به مدت ۲۴ ساعت، عوامل پخت نیتروژن و پروپیدین و آب به ترتیب اضافه شدند. در نهایت، پاشش ۳-۲ بار روی قاب‌بند ABS تمیز شده با اتانول بی‌آب انجام شد. پوشش ابتدا به مدت ۳-۲ ساعت در دمای اتاق خشک شد و سپس در دمای ۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۰-۱۵ ساعت پخت شد. ضخامت نهایی پوشش تقریبا ۳۰ میکرون بود. نتایج نشان داد که ضدکف بهینه BYK۰۲۴، عامل خیس کننده BYK۱۹۰، افزودنی چندمنظوره AMP۹۵، عامل مات‌کننده N۲۰، پودر کشسان P۸۰۰T ، عامل ترازگر BYK۳۴۸ ، عامل اتصال AC۶۶۲، ضدیخ پروپیلن گلیکول، عامل تشکیل‌دهنده فیلم TEXANOL استر الکل، پراکنش یار مومی CERAFLOUR۹۲۹، گرانروی‌افزا Tego۳۰۳۰ و عامل پخت SaC۱۰۰ بودند.

در شانگهای چین، ابتدا چسب گرمایی پیش‌پوشش‌دار یا فیلم‌های نرم‌حس بدون پوشش را تهیه کرده و سپس آن‌ها را بر روی سطوح کاغذ، پلاستیک و سایر مواد لایه‌لایه کردند تا سطوح نرم‌حس به‌دست آورند. این روش می‌تواند یک روش فراورش جای‌گزین برای جلوگیری از پاشش مستقیم مواد نرم‌حس باشد.

شرکت هلندی AkzoNobel در آمستردام در سال ۲۰۱۴ پوشش DuraSilk UV را توسعه داد که می‌توانست بر روی سطوح کالاهای برقی شخصی با رنگ روشن اعمال شود و بافت نرم‌تری به آن‌ها بدهد. این پوشش می‌توانست در دماهای پایین با UV پخت شود که باعث صرفه‌جویی در انرژی شده و تخلخل سطحی بسیار پایینی داشت و دارای مقاومت خوبی در برابر لکه‌ها بود.

همان‌طور که از مطالب فوق می‌توان مشاهده کرد، پیشرفت‌های قابل توجهی در سنتز و تهیه مواد نرم‌حس نمایان شده است که شامل SR ، PU و PAA می‌شود. اما هم‌چنین مشخص است که این زمینه‌ها در سال‌های اخیر به پیشرفت‌های چشم-گیری دست نیافته‌اند. به‌عنوان مثال، بیشتر طراحی‌ها و سنتز مواد PU نرم‌حس از ایده‌ها و فرایندهای سنتی منحرف نشده‌اند. بنابراین، لازم است که از جهت‌گیری‌های توسعه در زمینه‌های مرتبط الهام گرفت تا نوآوری در این حوزه به جلو رانده شود. زمینه‌های مرتبط شامل، اما نه محدود به، چندسازه‌های پیش‌رفته، مواد برقی و مواد زیستی هستند.

کاربرد مواد نرم‌حس در زمینه‌های محبوب مانند قاب‌های تلفن همراه

محصولات برقی مانند تلفن‌های همراه، رایانه‌ها و کالاهای مصرفی با کیفیت بالا، از جمله سیگارهای برقی و لوازم آرایشی، دارای ارزش افزوده اقتصادی بالایی هستند و بنابراین به پوسته‌های نرم‌حس نیاز دارند. در واقع، رنگ و ماده قاب تلفن همراه تقریبا به یک اندازه مهم هستند. موادی که در حال حاضر به طور گسترده برای قاب‌های تلفن همراه استفاده می‌شوند شامل فلز، لاستیک و پلاستیک، چرم و شیشه هستند. در میان آن‌ها، مواد فلزی رایج شامل آلیاژ آلومینیوم، آلیاژ تیتانیوم، فولاد ضد زنگ، مس و غیره؛ پلاستیک‌های مهندسی شامل PC ، ABS، پلی‌فنیلن اکسید (PPO) و غیره؛ و لاستیک‌ها شامل SR، پلی‌یورتان گرمانرم (TPU) و غیره هستند. علاوه بر این، چندسازه‌ها می‌توانند با افزودن الیاف کربن (CF)، الیاف کِولار (Kevlar، الیاف آرامیدی تولید شرکت Dupont که دارای ویژگی‌هایی نظیر سبکی، مقاومت در برابر کشش، گرما و سایش می‌باشند، مترجم) و سایر مواد به مواد لاستیکی و پلاستیکی تهیه شوند. جدول (۳) به پژوهش‌های مرتبط با نرم‌حسی قاب‌های تلفن همراه اشاره دارد.

عملکردهای هدف	راهبردهای ویژه
بافت فلزی	رسوب فلز در عمق پوسته و چسباندن پوشرنگ پخت‌شونده (baking paint) بافت فلزی مات به سطح.
از نظر زیبایی شناسی دلپذیر	پوشرنگ پخت شونده، پاشش پوشرنگ‌های مختلف و سنباده‌زنی
گرم نگه داشتن	افزودن GF (الیاف شیشه) در داخل پوسته برای دستیابی به عایق گرمایی و استفاده از صفحه گرمایش SR که توسط یک منبع برق خارجی تامین می‌شود.
حس نرمی	بافت شناور الیاف کولار برای چندسازه بسیاری کشسان.

جدول ۳: پژوهش‌های مرتبط با نرم‌حسی قاب‌های گوشی تلفن همراه

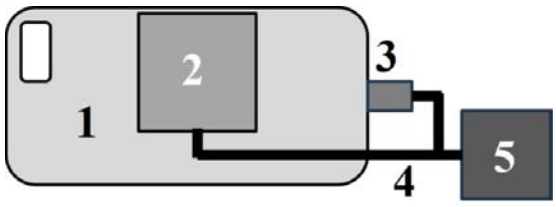
وظیفه اصلی قاب تلفن همراه نه تنها محافظت از گوشی در برابر خش و سایش بدنه توسط اشیای سخت است، بلکه شامل ویژگی‌هایی مانند زیبایی‌شناختی، ضدلغزش، ضد سقوط، ضد آب بودن و تقویت علایم (signal) نیز می‌باشد. شرکت چینی Vivo با استفاده از فناوری آبکاری پاششی نارسانای لیزری (non-conductive electroplating spray laser، NCL) توانسته است بافت فلزی را روی قاب‌های پلی کربنات ایجاد کند راهبرد پایه این است که فلز را در عمق پوسته قرار داده و پوشرنگ پخت‌شونده (baking paint، به نوعی رنگ گفته می‌شود که پس از اعمال روی سطح، باید در دمای مشخص و معمولا در کوره گرما داده شود تا خشک و پخته شود. این فرایند گرمایش باعث

می‌شود رنگ سخت‌تر، بادوام‌تر و مقاوم‌تر در برابر عوامل محیطی مثل خراش، گرما، مواد شیمیایی و رطوبت شود، مترجم) با بافت فلزی مات را به سطح متصل می‌کنند که بافتی بسیار نزدیک به فلز (شامل شن‌زنی (sandblasting) آلیاژ آلومینیوم، آندش (anodizing) و براقیت بالا) ایجاد کرده و حس صافی و نرمی دستی را افزایش می‌دهد.

قاب‌های گوشی پلاستیکی و لاستیکی را می‌توان به روش تزریق پلاستیک تولید کرد، اما محصولات آن‌ها مستعد عیوبی مانند پرنشدن قالب تزریق (under-injection)، سرریز شدن مواد (over flow)، تاب برداشتن، آثار ناشی از جمع‌شدگی، خطوط جوش، آثار ناشی از مواد سرد، حباب، نقص‌های سطحی و غیره هستند. بنابراین، لازم است ویژگی‌های مواد، اندازه و شکل قالب‌ها و شرایط فرایند قالب‌گیری برای بهبود کیفیت محصولات تنظیم شود. پژوهشگرانی راه حلی برای مشکل هوای محبوس شده که در طول فرایند تزریق پلاستیک قاب‌های تلفن همراه مستعد وقوع بود، پیشنهاد کردند. پژوهشگران دیگری نیز در مورد فرایند و طراحی قالب تزریق پلاستیک برای قاب‌های تلفن همراه بحث کردند. در پژوهش دیگری یک قالب تزریق پلاستیک خودکار برای قاب‌های تلفن همراه مورد مطالعه قرار گرفت و فشار تزریق، زمان و دما به عنوان عوامل موثر در نظر گرفته شد. در این پژوهش رفتار جریان سیال درون قالب با استفاده از نرم‌افزار Moldflow (نسخه ۲۰۲۱,۰,۱) شبیه‌سازی شد تا موقعیت بهینه راهگاه تعیین گردد. سیستم تغذیه و مدار خنک‌کننده شبیه‌سازی شد، تغییر شکل ناشی از تاب برداشتن، تخلخل و خطوط جوش قطعات تزریق شده تجزیه و تحلیل شد و در نهایت طرح بهینه ترکیب فناوری فراورش برای قالب تزریق قاب تلفن همراه تعیین گردید. نتایج نشان داد که تعداد خطوط جوش تولید شده توسط تغذیه دو نقطه‌ای راهگاه کمتر از تغذیه چهار نقطه‌ای راهگاه بود و انقباض ناهمگن بزرگترین عامل ایجاد کننده تغییر شکل کلی قطعات تزریق شده بود. در این پژوهش، همچنین ترکیب فرایند بهینه، از جمله دمای قالب، دمای مذاب، زمان تزریق، تعداد راهگاه‌ها، آرایش کانال‌های خنک‌کننده، زمان نگهداری، فشار نگهداری و غیره ارائه شد که به طور قابل توجهی میزان تغییر شکل ناشی از تاب برداشتن را کاهش داد.

قاب تلفن همراه ساخته شده از پلاستیک‌های مهندسی را می‌توان از طریق فرایندهایی مانند پوشرنگ پخت‌شونده، پاشش پوشرنگ و سنباده‌زنی از نظر زیبایی‌شناختی دلپذیرتر کرد، اما رسانایی گرمایی ضعیف و دفع حرارت کم از معایب اصلی آن است. پاشیدن پوشرنگ‌های مختلف بر روی قاب گوشی می‌تواند رنگ و بافت آن را تغییر دهد، در حالی که در قاب‌های گوشی پلاستیکی و لاستیکی، عملیات پاشش پوشرنگ دارای مزایایی مانند بازده تولید بالا، دامنه کاربرد وسیع و تولید دستی و خودکار است. با این حال، عملیات پاشش خودکار به قطعه بدون گرد و غبار در سطح میلیون‌ها تا صدها هزار نیاز دارد و تجهیزات پاشش شامل اتاق‌های پوشرنگ‌پاشی، پیستوله‌های پوشرنگ‌پاشی، کوره‌های پخت، کوره‌های خشک‌کن، تجهیزات انتقال قطعات کار و تجهیزات تصفیه گازهای خروجی است. ذرات ریز پوشرنگ و حلال‌های آلی فرار تولید شده در عملیات پاشش خودکار نه تنها محیط زیست را آلوده می‌کنند و برای سلامتی انسان مضر هستند، بلکه باعث هدر رفتن مواد پوششی و ایجاد برخی خسارات اقتصادی نیز می‌شوند.

در پاسخ به مشکل ضعف عملکرد باتری‌های لیتیوم یونی تلفن‌های همراه در مناطق بسیار سرد، که عموما منجر به استفاده نامناسب از تلفن می‌شود، پژوهشگران یک قاب تلفن با عملکردهای عایق و گرمایشی طراحی کردند که شامل لاستیک بیوتیل، پلاستیک ABS، یک پوسته چرمی و یک صفحه گرمایش SR بود. الیاف شیشه (GF) در داخل پوسته اضافه شد تا اثرات ضد لغزش، ضد سقوط و عایق گرمایی و هم‌چنین حس لامسه خوب ایجاد کند. صفحه گرمایش SR یک پودمان (module) کنترل دما را در خود جای داده بود که توسط یک منبع تغذیه خارجی (مانند بانک انرژی (power bank)) از طریق سیم‌های مقاومتی یا سایر عناصر گرمایشی گرم می‌شد (همانطور که در شکل (۳) نشان داده شده است). آزمایش‌ها نشان داد که این قاب تلفن می‌تواند عملکرد عادی تلفن همراه را در دماهای پایین ۲۰- درجه سلسیوس تضمین کند.



شکل۳: نمایی از ساختار یک قاب تلفن همراه با عملکرد عایق گرمایی (۱: قاب، ۲: صفحه گرمایی، ۳: فیش شارژ، ۴: سیم، ۵: منبع تغذیه خارجی)

در حال حاضر، چشم‌گیرترین قاب تلفن همراه با نرم‌حسی فوق‌العاده، از چندسازه‌های بافته شده از الیاف کولار ساخته شده که مورد تحسین بسیاری از کاربران قرار گرفته است. در این میان، در پاسخ به روش بافت سنتی الیاف کولار، که فقط دارای بافت تخت یا مورب دو رنگ و الگوها و رنگ‌های به نسبت ساده است، شرکت چینی Shenzhen Zero One Innovation Technology Co.، در اکتبر ۲۰۲۱ یک فناوری بافت شناور به نام PitakaTM را توسعه داد که به الگوها، رنگ‌ها و حس سه‌بعدی متعددی دست یافت و بدین ترتیب یک تجربه بصری و لمسی برجسته را از نظر ظاهر و لمس برای این نوع قاب تلفن همراه فراهم کرد. به طور خاص، این فرایند شامل تنظیم ترتیب متناوب تار و پود برای الیاف کولار با رنگ‌های اصلی مختلف بود و به پارچه اجازه می‌داد تا دو یا چند درهم‌رفتگی بافت مختلف ایجاد کند که پوسته را در بر می‌گیرد تا اثرات ضد لغزش، ضد سقوط و عایق گرمایی و همچنین حس لامسه خوب ایجاد کند.

شکل (۴) عکسی از قاب گوشی ساخته شده از چندسازه بسپاری الیاف کِولار Pitaka™ ۱۵۰۰ D را نشان می‌دهد. این قاب نه تنها

مقاومت ضربه‌ای بالایی دارد، بلکه وزن سبکی هم دارد (ضخامت معمولی حدود ۰/۹۵ میلی‌متر و وزن حدود ۱۷/۳ گرم)، ضد لغزش، ضد لکه (بدون باقی گذاشتن اثر انگشت)، دارای قابلیت خوب برای دفع گرما و هم‌چنین احساس نرم و عالی در دست گرفتن است.

شکل۴: قاب گوشی چندسازه از الیاف کولار Pitaka TM 1500 D تولیدشده توسط شرکت چینی Zero One Innovation Technology Co

ظهور قاب‌های تلفن همراه چندسازه الیاف کولار نه تنها بسیاری از جنبه‌های سازوکار تشکیل نرم‌حسی ذکر شده در بالا را تایید می‌کند، بلکه مرجع خوبی برای طراحی و تهیه مواد جدید نرم‌حس نیز فراهم می‌نماید. مفهوم طراحی "انعطاف‌پذیر در تغییر شکل‌های کوچک و سخت در تغییر شکل‌های بزرگ" از نظر خواص مکانیکی نیز راهبرد خوبی برای کاربرد میکرو و نانو چندسازه‌های بسپاری مبتنی بر لاستیک و پلاستیک در مواد نرم‌حس ارائه می‌دهد. در عین حال، سایر خواص سطحی مهم این محصولات، مانند عملکرد دفع حرارت، عملکرد ضد لک و غیره، نیز ملاحظات مهمی هستند که هنگام طراحی مواد نرم‌حس باید به آن‌ها توجه شود. در مورد چسبندگی مواد نرم‌حس به زیرلایه پلاستیکی، واکنش‌های شیمیایی در طول تشکیل پوشش قطعا استحکام پیوند بالایی را فراهم می‌کنند. اما حتی بدون واکنش شیمیایی، بیشتر پوشش‌های نرم‌حس همچنان می‌توانند از طریق نیروهای واندروالسی و پیوندهای هیدروژنی به زیرلایه پلاستیکی محکم بچسبند.

۵. بحث و چشم‌انداز

با توجه به بررسی اجمالی فوق و مراجع قبلی، به وضوح می‌توان دید که کاربرد مواد نرم‌حس برای بهبود کیفیت و سطح قیمت محصولات پلاستیکی سخت بسیار مهم است، بنابراین ادامه پژوهش‌ها و توسعه عمیق ضروری است. با این حال، هنوز پرسش‌های بسیاری وجود دارد که ارزش بررسی بیشتر در مورد سازوکارهای روان‌فیزیکی (psychophysical) زیربنای ایجاد نرم‌حسی را دارند، که برای راهنمایی در زمینه انتخاب، طراحی و تهیه مواد نرم‌حس مهم هستند. با توجه به اینکه ترکیب شیمیایی، روش‌های سنتز و انتخاب افزودنی‌ها برای مواد PU نرم‌حس به نسبت به بلوغ رسیده‌اند، دستیابی به پیشرفت‌های چشم‌گیر در آینده نزدیک به شدت مورد نیاز است. به ویژه برای محصولات با ارزش افزوده بالا مانند قاب‌های تلفن همراه، الزامات بالاتری برای مواد نرم‌حس وجود دارد که نیازمند پیشرفت‌های انقلابی در مفاهیم طراحی و راهبردهای پیاده‌سازی است. از نظر جهت‌گیری‌های توسعه آینده مواد نرم‌حس، جنبه‌های زیر قطعا ارزش بررسی عمیق را دارند:

اول، در مقایسه با سامانه‌های سنتی، سامانه تک جزئی مبتنی بر حلال، سامانه مبتنی بر آب و سامانه پخت UV همگی دارای ویژگی‌های خاص خود هستند که الزامات زمان را برآورده می‌کنند، بنابراین ارزش گسترش و بهینه‌سازی را دارند.

دوم، استفاده از چندسازه‌ها برای دستیابی به اثرات هم‌افزایی، بنیان موادی است که الزامات محصولات با کیفیت بالا از جمله وزن سبک، استحکام بالا، رسانایی گرمایی بالا، دفع سریع گرما، خودتمیزشوندگی و غیره را برآورده می‌کند.

در نهایت، برآورده کردن هم‌زمان نیازهای پایه‌ای مانند حفاظت از محیط زیست و مقرون به صرفه بودن، همراه با داشتن خواص ضد اثر انگشت و ضد الکتریسیته ساکن، یک نیاز فوری برای چند منظوره بودن مواد نرم‌حس است.

۶. نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه پوشش‌های مواد نرم‌حس عمدتا PAA، SR، PU و غیره) می‌توانند بر معایب سطوح سرد، سخت و براق محصولات پلاستیکی معمولی مانندPC ، ABS و PP غلبه کرده و جلوه‌های گرم، نرم و مات ایجاد کنند، بنابراین کیفیت و سطح قیمت آن‌ها را به طور قابل توجهی بهبود می‌بخشند، و هنوز کمبود بررسی عمیق در مورد فلسفه طراحی و راهبردهای تهیه مواد نرم‌حس وجود دارد، این بررسی از سازوکار تولید نرم‌حسی آغاز شده، سپس کاربرد مواد نرم‌حس را به طور نظام‌مند بررسی کرده و در نهایت پیشرفت‌های تحقیق و توسعه مواد نرم‌حس را با تمرکز بر PU به طور نظام‌مند مرور کرده است. نتیجه گرفته شد که هم درک عمیق سازوکارهای روان‌فیزیکی نرم‌حسی و هم توسعه بیشتر طراحی، تهیه، شناسایی و کاربرد مواد نرم‌حس مورد نیاز است. محصولات با ارزش افزوده بالا الزامات بالاتری برای مواد نرم‌حس دارند، بنابراین پیشرفت‌های انقلابی در مفاهیم طراحی و راهبردهای پیاده‌سازی مانند مهندسی سطح و ترکیب مواد چندگانه و دوگانه به شدت مورد انتظار است.

منبع:

Bangzheng Jiang, Yueyang Xu, Lanlan Zhang, Xing Zhou, Hui Lang, Luqi Liu, Jun Zhao, “Soft feel material coatings on the surface of plastic products and their application prospects in the popular fields: A Review”, Coatings, 2024,14 (6),748, Page 1-16.

Publisher:
Iranian Polyurethane
Manufacturers Association

CEO:
Bahram Movasat

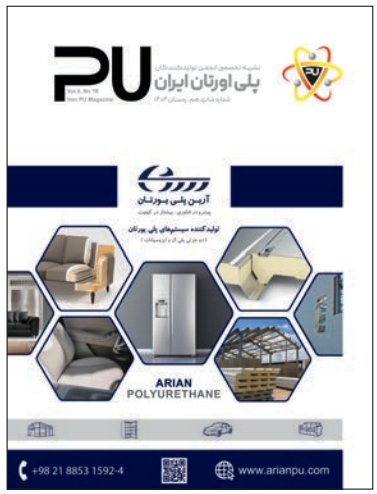
Scientific Editor-in-Chief:
Dr. Ali Abbasian
Scientific Editor:
Shabnam Ezzoddin

Editorial Board:
Pouria Nafaei, Sania Basti, Golrokh Fard Zolfaghari, Faeezeh Nargesi Azam, Roya Pourshoushtar, Zahra Asadi, Shabnam Ezzoddin, Farnam Namvar.

Publishing consultant:
Baspar Publication Group
www.iranpolymer.com

Art director:
Farnam Namvar

Advertising Director:
Malihe Zeinolabedini



Editorial
؟؟؟ 2

Panel
Resilience or Forced Downsizing?/
The Polyurethane Industry's Account of Structural Risks 3
Iran's Top Priority Is Energy Optimization,
Not Symbolic Environmental Actions 8
A Right Decision at the Wrong Time! 12
Localization of Technical Know-How and a Practical Strategy
in a High-Risk Economy/ Iran's Polyurethane on
the Path to Industrial Maturity 16

Polyurethene News **18**

Papers
Challenges of Building Insulation 24
Soon, 16 Billion Feet Will Need Shoes! 32
Reducing Greenhouse Gas Emissions with
New Automotive Formulations 36
Soft-Touch Coatings on Plastic Product Surfaces and
Their Application Prospects in General Fields: A Review Study 39

انجمن تولیدکنندگان پلی یورتان ایران

www.irpua.com

انجمن تولیدکنندگان پلی اورتان ایران

چشم انداز و مأموریت

تبدیل ایران به هاب پلی یورتان منطقه خاورمیانه.

انجمن تولید کنندگان پلی یورتان ایران، به عنوان تنها انجمن صنعت پلی یورتان کشور بر آن است تا با ارتقاء و توسعه دانش فنی و به اشتراک گذاری بهترین شیوه های تجاری و نوآورانه به پیشرفت و توسعه اعضا خود و صنعت پلی یورتان در جهت انتفاع اعضا، صنعت و مردم گام بردارد.

اعضای هیات مدیره و دبیر

آقای جمشید رفیعی رئیس هیأت مدیره

آقای محمد عرب نائب رئیس هیأت مدیره

آقای بهرام مواسات عضو هیأت مدیره

آقای مجید مسکرا عضو هیأت مدیره

آقای منصور فیاض عضو هیأت مدیره و خزانه دار

خانم سحر بری دبیر

کمیسیون‌ها

کمیسیون راهبردی

کمیسیون فنی

کمیسیون بازرگانی

کمیسیون روابط عمومی

کمیسیون کفش

پاسداران، کنار گذرهمت، سروستان چهارم، پلاک ۱۲، واحد۸

تلفن: ۲۲۸۵۷۰۰۰، ۲۲۸۵۳۲۳۰ فاکس: ۲۲۸۵۷۰۰۰ ۰۹۱۲۸۶۳۳۶۶۵

info@irpua.com www.irpua.com @IRPUNEWS

متاسان

مشاوره و تامین آسان

تولید و تامین مواد اولیه شیمیایی

پلاستیک و لاستیک

رنگ و رزین

پلی یورتان

محصولات فنولیک

metasanco

۰۲۱ - ۹۱۰۰۶۰۹۱

metasan.co