

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



PROPOSAL

پروپوزال

مركز آموزش پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی



مركز آموزش روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی

کارگاه آنلاین روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی



ISI Scopus

مركز آموزش آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترکیه های جستجو

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترکیه های جستجو

تاثیر نانو ذرات اکسید آلومینیم بر روی خواص تراوایی غشای پلی یورتان

نجمه زارعی^{۱،۲*}، محمد رضا زمانی^{۱،۲}، الهام عامری^۱

۱- گروه مهندسی شیمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرضا، شهرضا، ایران
 ۲- شرکت مدیریت برق جنوب فارس، نیروگاه سیکل ترکیبی کازرون، کازرون، ایران
 Zarei.setare@gmail.com

چکیده:

در این پژوهش تاثیر نانو ذرات اکسید آلومینیم بر روی خواص تراوایی غشای پلی یورتان مورد بررسی قرار گرفت. غشای پلی یورتان می تواند به عنوان نسل جدیدی از غشا در جداسازی ترکیبات آلی از ترکیبات آبی مورد استفاده قرار گیرد، به این صورت که نرخ جریان از ترکیبات آلی، به طور نسبی خیلی کوچکتر از آب می باشند و ترکیبات آلی از غشا باید عبور کنند و در مقابل آن آب نباید از سراسر غشا عبور کند، می توان از غشاهای اندام شناسی (پلیمر) که اخیراً "گسترش یافته اند، استفاده کرد. ساخت غشا از کopolymerهای بلوک (پلی فنیل سیلزن-کیو اسید) poly(phenylsile quoinane) (پلی دی متیل سیکلوکسان) و پلی یورتان در نتیجه انتخاب لایه ها موقعیت مناسبی برای بازیافت، مقدار ناچیز استون و متانول از آب می باشند، که می توانند کاربرد نوینی در تصفیه فاضلاب های پتروشیمی و همچنین صنایع شیمیایی داشته باشند. از این غشا نیز می توان در تصفیه پساب های خروجی از کارخانجاتی که از ترکیبات الکلی و فنلی به عنوان مواد اولیه استفاده می کنند استفاده نمود. پلی یورتان بر پایه پلی تترامتیلن گلیکول با وزن مولکولی ۲۰۰۰ به عنوان قطعه نرم، ۶۰۱ هگزا متیلن دی ایزوسیانات (HDI) و ۲- متیل - ۳ او پروپان دی ال (MPD) به عنوان قطعه سخته روش توده ای سنتز شد. غشای پلی یورتان خالص و غشاهای نانوکامپوزیتی پلییورتان/اکسید آلومینیم حاوی ۲/۵، ۵، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد از اکسید آلومینیم به روش جدایش فیزی حرارتی تهیه شدند. خواص فیزیکی پلی یورتان های سنتز شده به وسیله FTIR مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تراوایی غشای خالص نشان می دهد که تراوایی گازهای خالص CO_2 ، CH_4 ، O_2 ، N_2 با افزایش فشار تراوایی افزایش و گزینش پذیری جفت گازهای خالص افزایش می یابد. تراوایی گاز CO_2 در فشار ۱۰ bar و دمای 30°C در غشای خالص (PTMG-HDI-MPD) ۹۳/۸۱ barr در حالی که در غشای نانوکامپوزیت (PTMG-HDI-MPD) ۳۰ درصد، تحت شرایط دما و فشار یکسان، به ترتیب ۱۲۸/۹۲ و ۳۷۵/۲۶ barr افزایش می یابد و گزینش پذیری CO_2/N_2 از ۱۶/۱۴ به ۱۸/۰۱ (غشای حاوی ۲/۵ درصد نانو ذره) و ۲۲/۸۶ (غشای حاوی ۳۰ درصد نانو ذره) افزایش می یابد. تراوایی گاز CO_2 در فشار ۱۰ bar و دمای 30°C در غشای خالص (PTMG-HDI-BDO) ۱۴۰ barr در حالی که در غشای نانوکامپوزیت (PTMG-HDI-MPD) ۲/۵ و ۳۰ درصد، تحت شرایط دما و فشار یکسان، به ترتیب ۱۶۸/۸ و ۶۳۷/۸۴ barr افزایش می یابد و گزینش پذیری CO_2/N_2 از ۱۹/۷۷ به ۲۰/۳۳ (غشای حاوی ۲/۵ درصد نانو ذره) و ۲۶/۱۲ (غشای حاوی ۳۰ درصد نانو ذره) افزایش می یابد.

کلمات کلیدی: پلی یورتان، غشا جداسازی گاز، اکسید آلومینیم، تراوش پذیری

:۵

بهبوده بازده جداسازی غشاهای پلیمری متنا سب با جداسازی گازها در دهه آخر بررسی و قابل توجه قرار گرفت [۱] پارامترهای بنیادی در جداسازی ساختار گازها، ضریب تراوش پذیری می باشد، با PA و انتخاب پذیری با $\alpha_{AB} = P_A/P_B$ نشان داده می شود [۲]. افزایش عملکرد غشاء در هر جداسازی بر اساس افزایش تراوش پذیری و انتخاب پذیری غشاها می باشد که متنا سب با فاصله گازها می باشد. به طور عمومی بیشترین تراوش پذیری پلیمرها در انتخاب پذیری کمتر و در جهت مخالف [۲-۴] صورت می گیرد. با آشنایی بیشتر از ساختار پلیمر و خواص تغییر شکل ساختار می توانیم تراوش پذیری و انتخاب پذیری گازها را در سراسر غشاء بهبود دهیم. [۵-۶]. در استحکام شیمیایی پلیمرها گروههای وابسته تحت تأثیر خواص گاز جداساز می باشند. [۷] پلی یورتان در رده پلیمرها می باشد که دارای محدوده بسیار تغییر پذیر در ساختار و خواص می باشد و می تواند در جداسازی گازها استفاده شود. [ترکیبات پلی یورتان به صورت یورتان متناوب یا سگمنت یورا سخت و پلی یول (پلی اتر / پلی استر) سگمنت نرم می باشد. یورتان / اوره سگمنت سخت به فرم زنجیرهای از دی ایزو سیانات پایانی با جرم مولکولی پایین دیول / دی آمین می باشد. سگمنت نرم شامل جرم مولکولی زیاد گروه پلی اتر / پلی استر می باشد.

تغییرات در طول زنجیر پلیمر به خوبی توسط نسبت زنجیر و ترکیب کردن طبیعی شیمیایی می باشد به صورتی که متناسب با سختی سگمنتها توسط زنجیرهای پلیمر می باشد.

پلی یورتان به صورت جزئی توسط تطبیق دادن احتمالی خواص انتقالی میکرو ساختارهای پلیمر گوناگون بررسی شده است. نتایج بدست آمده، خواص تراوش پذیری غشاهای پلی یورتان که تأثیرگذار از طول و نوع و محدوده از سگمنت نرم و سخت می باشد را نشان می دهد.

۲- تجربی و تئوری

۲-۱- مواد

مواد مورد نیاز برای سنتز پلی یورتان شامل هگزامتیلندی ایزوسیانات (HDI)، زنجیر گسترده ۲- متیل - ۱ و ۳ پروپان دی ال (MPD) و کاتالیزور دی بوتالیدین دی آلورات (DBTDL) از شرکت مرک خریداری گردیدند. پلی تترامتیلن گلاکول (PTMG) با وزن مولکولی ۲۰۰۰ گرم بر مول از پتروشیمی اراک خریداری شد. پلی ال به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۸۵ درجه سانتیگراد در آون خلاء خشک شد. زنجیر گسترده به مدت ۲۴ ساعت در غربال مولکولی ۴ Å قرار گرفت. حلال دی متیل فرامید (DMF) برای ساخت غشا از شرکت مرک خریداری گردید. گازهای نیتروژن، اکسیژن و دی اکسید کربن با خلوص ۹۹/۹۹ از شرکت اردستان گاز (اردستان- ایران) خریداری شدند. گاز متان با خلوص ۹۹/۵ از شرکت Technical Gas Service (TGS) تهیه شد.

۲-۲- سنتز پلیمر

واکنش پلیمر شدن دو مرحله ای و به صورت توده ای^۱ انجام پذیرفت [۳]. ابتدا پلی ال خشک به مقدار معین به داخل ظرف واکنش وارد می شود. راکتور به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۹۰-۸۵ درجه سانتیگراد در حمام روغن قرار داده شده و تحت عبور مداوم گاز نیتروژن قرار می گیرد. سپس دی ایزوسیانات به محیط واکنش اضافه می گردد. از کاتالیزور به منظور تکمیل واکنش و سرعت بخشیدن به انجام واکنش استفاده می شود. واکنش مرحله اول به منظور تهیه پیش پلیمر به مدت ۲ ساعت با واکنش دی ایزوسیانات با پلی ال ادامه می یابد. در پایان مرحله اول و حصول یک محصول ویسکوز، زنجیر گسترده به صورت آبی و در دمای

^۱. Bulk

محیط به پیش پلیمر اضافه می‌شود. سپس به منظور تکمیل پلیمریزاسیون، پلیمر حاصل به مدت ۲۴ ساعت و در دمای ۹۵ درجه سانتیگراد درون آون قرار می‌گیرد. نسبت مولی پلیال:دی ایزو سیانات:زنجیر گسترده در پلییورتان سنتز شده ۲:۳:۱ می‌باشد.

۲-۳- آماده کردن غشا

پلی‌یورتان سنتز شده در حلال DMF با غلظت ۱۰٪ وزنی در دمای ۷۰°C حل شد تا مخلوط یکنواختی حاصل شود. سپس غشای ریخته‌گری شده از روش جدایش فازی حرارتی تهیه شد. محلول حاصل پس از عبور از یک صافی در داخل ظرف شیشه‌ای لبه‌دار^۲ ریخته شد. سپس به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد در درون آون قرار گرفتند. برای کامل شدن عمل خروج حلال، غشاهای آماده شده در آون خلاء در دمای ۷۰°C برای مدت ۱۲ ساعت قرار داده شدند. برای ساخت غشای نانوکامپوزیتی، ابتدا محلول پلیمری همگن و یکنواخت آماده و سپس اکسید آلومینیوم با نسبت وزنی مورد نظر به خوبی با آن مخلوط شده تا آنجایی که یک محلول همگن و یکنواخت تهیه گردد که این محلول جهت ریخته‌گری غشا استفاده می‌شود. ضخامت غشاهای خالص و نانوکامپوزیتی تهیه شده در حدود ۱۰۰ میکرون بودند.

۲-۴- آزمون‌های مشخصه‌یابی

ساختار و گروه‌های عاملی پلی‌یورتان سنتز شده توسط دستگاه طیف‌سنجی انتقال فوریه زیر قرمز (FT-IR) ساخت شرکت BIO-RAD FTS-7 آمریکا در محدوده ۴۰۰ تا ۴۰۰۰ cm⁻¹ مورد بررسی قرار گرفتند. به منظور بررسی مورفولوژی و نحوه توزیع نانوذرات در غشاهای تولید شده، از دستگاه SEM ساخت شرکت KYKY-EM3200 استفاده شد.

۲-۵- آزمون تراوایی گاز

تراوایی گازهای خالص توسط روش فشار ثابت در فشارهای ۶، ۸ و ۱۰ بار و دمای ۳۰ درجه سانتیگراد اندازه‌گیری شد [۴]. تراوایی گازهای خالص از معادله زیر محاسبه گردید:

$$P = \frac{q\ell}{A(p_1 - p_2)}$$

که در معادله فوق P تراوایی گاز است و با واحد بارر (1 barrer = 10⁻¹⁰ cm³(STP)cm/cm² S.cmHg) مشخص می‌شود، q شار جریان گاز عبور کرده از غشا (cm³/s)، l ضخامت غشا (cm)، p₁ و p₂ فشار مطلق در سمت خوراک و سمت گاز عبور کرده از غشا می‌باشد (cmHg) و A سطح مؤثر غشا (cm²) است.

گزینش‌پذیری ایده‌آل با تقسیم نسبت تراوایی گازها به صورت زیر تعیین گردید:

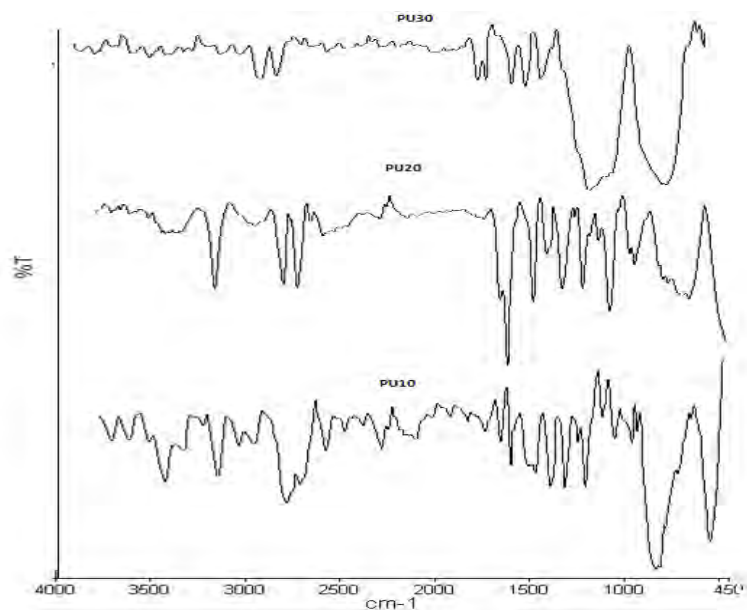
$$\alpha_{A/B} = \frac{P_A}{P_B}$$

۳- نتایج و بحث

۳-۱- مطالعه ساختار پلیمر توسط آزمون FT-IR

ساختار مولکولی پلیمرهای سنتز شده توسط آزمون FT-IR مورد بررسی قرار گرفت. این آزمون برای اطمینان از تکمیل واکنش پلیمریزاسیون و شناسایی پلیمر سنتز شده استفاده شد. طیف FT-IR پلی‌یورتان‌های سنتز شده در شکل ۱ ارائه شده است.

^۲. Petri Dish



شکل ۱- طیف انتقال فوریه زیر قرمز برای غشاهای خالص و نانوکامپوزیتی پلی یورتان/اکسید آلومینیم

حذف پیک NCO در 2270 cm^{-1} نشان می‌دهد که واکنش پلیمریزاسیون کامل شده است. همچنین در شکل ۱ مشاهده می‌شود که جذب گروه‌های N-H یورتانی در 3330 cm^{-1} و گروه‌های کربونیل آزاد (C=O) در محدوده $1721\text{--}1730\text{ cm}^{-1}$ اتفاق می‌افتد. گروه‌های کربونیل درگیر در پیوند هیدروژنی با جذب در حدود $1686\text{--}1620\text{ cm}^{-1}$ شناخته می‌شوند. نتایج حاصل از آزمون FT-IR مربوط به جذب گروه‌های کربونیل اطلاعات مفیدی را در مورد مقدار جدایش فازی حاصل از پیوند هیدروژنی قطعه‌های سخت و نرم و همچنین نانوذرات فراهم می‌کند [۱]. پیک گروه‌های کربونیل پیوندی (پیک ظاهر شده در فرکانس پایین‌تر) مربوط به گروه‌هایی است که داخل قطعه‌های سخت اتصال هیدروژنی برقرار می‌کنند و حال آنکه پیک گروه‌های کربونیل آزاد مربوط به گروه‌هایی است که در قطعه سخت یا در قطعه نرم و یا در فصل مشترک این دو فاز حضور دارد [۱]. افزایش پیوندهای هیدروژنی مابین گروه‌های کربونیل و گروه‌های N-H یورتانی منجر به افزایش جدایی فازی بین قطعه‌های سخت و نرم در پلیمر می‌گردد. چرا که افزایش مقدار گروه‌های کربونیل پیوندی نشانگر کاهش مقدار گروه‌های N-H یورتانی برای ایجاد پیوند هیدروژنی با گروه‌های اتری موجود در پلی‌ال قطعه نرم می‌باشد. هرچه پیوندهای هیدروژنی مابین گروه‌های N-H یورتانی قطعه‌های سخت و گروه‌های اتری موجود در قطعه‌های نرم کاهش یابد فرورفتگی و اختلاط فازهای سخت و نرم کمتر شده و جدایی فازی بیشتر می‌گردد.

از بررسی پیک‌های کربونیل آزاد و پیوندی نمونه‌های PU0، PU5، PU30 به خوبی مشخص است که با افزایش نانو ذرات از مقدار کربونیل آزاد کاسته و به پیوندی افزوده شده است. در نتیجه جدایش فازی افزایش یافته است.

۲-۳- مطالعه رفتار تراوایی گازها

تراوایی گازهای نیتروژن، اکسیژن، متان و دی‌اکسید کربن و گزینش‌پذیری جفت گازها در غشاهای خالص و نانوکامپوزیتی ساخته شده در جدول ۱ گزارش شده است. نسبت تغییرات تراوایی گازها در اکثر پلیمرهای سنتزی طبق روند زیر است:



مقدار تراوایی زیاد دی‌اکسیدکربن در مقایسه با دیگر گازها در پلی‌یورتان‌ها به علت انحلال‌پذیری زیاد دی‌اکسیدکربن در پلی‌یورتان می‌باشد. در پلی‌یورتان‌ها به علت دارا بودن گروه‌های قطبی اتری C-O-C در قطعه نرم سایت‌های مناسبی را برای جذب مولکول‌های قطبی CO_2 در بستر پلیمر و افزایش تراوایی آن در غشا فراهم خواهند نمود. علاوه بر این، دی‌اکسید کربن از نظر اندازه مولکولی از دیگر گازهای خالص مورد مطالعه کوچک‌تر می‌باشد و این امر در نفوذ این گاز در غشا تسهیل خواهد کرد. تراوایی

بیشتر متان در مقایسه با مولکول کوچکتر نیتروژن بیانگر غالب بودن مکانیسم انحلال در تراوایی گازها در غشاهای پلی یورتان می باشد. لازم به ذکر است که در پلیمرهای لاستیکی نظیر پلی یورتان، همواره تراوایی گازهای میعان پذیری چون CO₂ نسبت به گازهای غیرمیعان پذیر بیشتر است.

جدول ۱: خواص تراوایی و گزینش پذیری غشاهای خالص PTMG-HDI-MPD نانوکامپوزیتی در دمای ۳۰ °C و فشار ۱۰ بار

گزینش پذیری			ضریب تراوایی (بارر)				نوع پلیمر
CO ₂ /CH ₄	CO ₂ /N ₂	O ₂ /N ₂	CO ₂	CH ₄	O ₂	N ₂	
10.92	16.14	1.34	93.81	8.59	7.8	5.81	PU0
11	18.015	1.36	128.92	11.72	10.16	7.81	PU2.5
11.25	16.80	1.38	131.85	16.8	11.72	9.77	PU5
11.4	16.46	1.40	267.33	23.45	14.85	12.11	PU10
11.8	20.57	1.42	295	25	19.54	13.68	PU20
12	22.86	1.43	375.26	31.27	23.45	16.41	PU30

اثر افزایش فشار بر تراوایی و گزینش پذیری غشای خالص پلی یورتان و نانوکامپوزیتی پلی یورتان/اکسید آلومینیم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده از همه غشاهای مذکور نشان می دهد که با افزایش فشار، تراوایی گازهای خالص افزایش و گزینش پذیری جفت گازهای خالص افزایش می یابد.

نتایج بدست آمده نشان می دهد که با افزایش اکسید آلومینیم تراوش پذیری پلیمر افزایش می یابد و در عین حال گزینش پذیری نیز افزایش می یابد. این به خوبی نشان می دهد که با افزایش اکسید آلومینیم امکان تحرک زنجیره پلی ال بیشتر شده و در نتیجه تراوش پذیری افزایش می یابد. این افزایش تحرک به واسطه حضور نانوذرات در فاز سخت پلی یورتان و افزایش جدایش فازی ساختار پلیمر است که از طیف FTIR نمونه ها نیز به خوبی مشخص است. روند افزایش تراوایی از PU0 تا PU30 در فشار ۱۰ بار به صورت زیر است:

دی اکسید کربن (۳۰۰٪) < متان (۲۶۴٪) < اکسیژن (۲۰۰/۶٪) < نیتروژن (۱۸۲٪)

همانطور که مشاهده می شود دی اکسید کربن با توجه به میعان پذیری بالاتری که نسبت به سایر گازها دارد (جدول ۲)، بیشترین افزایش را در تراوش پذیری دارد و نیتروژن با اندازه مولکولی کوچکتر نسبت به متان از کمترین افزایش در تراوش پذیری برخوردار است. این بدین معناست که مکانیزم غالب در جداسازی پارامتر حلالیت می باشد. به عبارتی با افزایش اکسید آلومینیم در ساختار پلی یورتان، انعطاف پذیری زنجیرها افزایش و در نتیجه خاصیت لاستیکی پلیمر افزایش یافته است.

جدول ۲- میعان پذیری و قطر سینتیکی گازهای مورد مطالعه

گاز	قطر سینتیکی (Å)	میعان پذیری (K)
دی اکسید کربن	۳/۳	۱۹۵
اکسیژن	۳/۴۶	۱۰۷
نیتروژن	۳/۶۴	۷۱

۱۴۹	۳/۸	متان
-----	-----	------

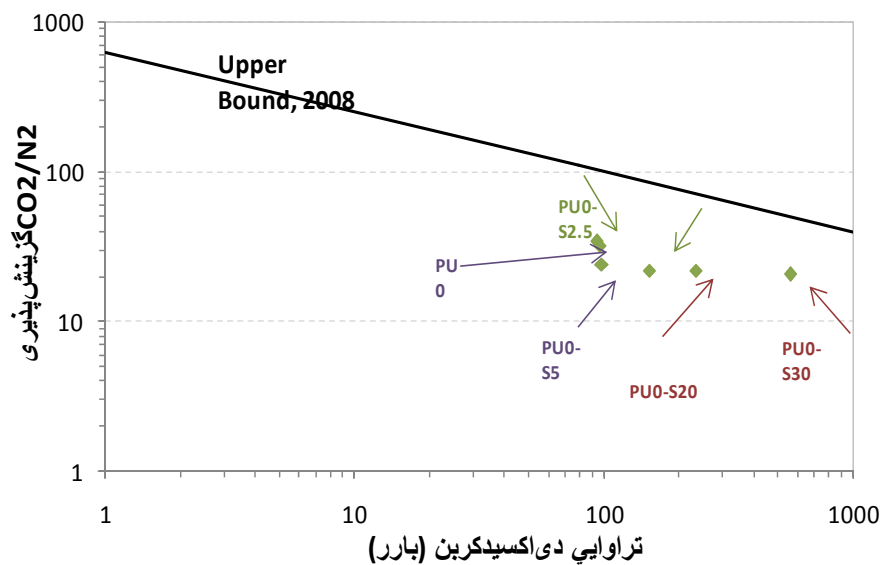
افزایش گزینش پذیری علی‌رغم افزایش تراوایی را می‌توان با افزایش اکسید آلومینیم و در نتیجه افزایش خاصیت لاستیکی و همچنین افزایش گروه‌های قطبی اتری پلی‌ال توجیه کرد. با افزایش اکسید آلومینیم خاصیت، لاستیکی پلی‌یورتان، تراوایی گازهای میعان‌پذیر (به ویژه دی‌اکسید کربن با میعان‌پذیری بالاتر) نسبت به گازهای غیرمیعان‌پذیر بیشتر افزایش می‌یابد و در نتیجه گزینش‌پذیری افزایش می‌یابد. افزایش گروه‌های قطبی اتری با افزایش اکسید آلومینیم، منجر به افزایش غربال مولکولی و گزینش بیشتر مولکول‌های قطبی نسبت به مولکول‌های غیرقطبی می‌شود.

چنانچه از مقایسه پلیمرهای PU0، PU2.5، PU5، PU10، PU20، PU30 در جدول ۱ مشهود است، با افزایش اکسید آلومینیم تراوایی گازها در غشا افزایش یافته و گزینش‌پذیری آن برای جفت گازهای میعان‌پذیر CO_2/CH_4 و غیرمیعان‌پذیر O_2/N_2 کاهش یافته است در حالی که گزینش‌پذیری جفت گاز CO_2/N_2 افزایش یافته است. علت افزایش تراوایی را می‌توان افزایش جدایی فازی قطعه سخت و نرم دانست که منجر به کاهش اتصالات فیزیکی زنجیره انعطاف‌پذیر پلی‌ال با قطعات سخت و غیرمنعطف می‌شود. این پدیده منجر به افزایش تحرک زنجیره پلی‌ال شده و بنابراین فضای بیشتری برای نفوذ مولکول‌های گاز توسط زنجیر پلیمر ایجاد خواهد شد [۳۰].

می‌توان دریافت که متان با اندازه مولکولی بیشتر نسبت به سایر گازهای خالص (جدول ۳)، مقدار تراوایی آن بیشتر افزایش می‌یابد. این بدین معناست که مکانیزم غالب در جداسازی پارامتر حلالیت می‌باشد که این خود نشان می‌دهد که با افزایش اکسید آلومینیم و به عبارتی با ایجاد اتصالات اوره‌ای در ساختار پلی‌یورتان، انعطاف‌پذیری زنجیرهای پلیمری و فضای لازم برای نفوذ گازها در بستر پلیمر افزایش یافته و در نتیجه خاصیت لاستیکی پلی‌یورتان افزایش یافته است. بر همین اساس تراوایی نیتروژن در مقایسه با متان به علت میعان‌پذیری کمتر آن در پلیمر، کمتر افزایش می‌یابد.

با توجه به اینکه اندازه مولکولی گاز متان بیشتر از نیتروژن است ولی مشاهده می‌شود که گزینش‌پذیری گاز دی‌اکسید کربن نسبت به نیتروژن بر خلاف گزینش‌پذیری دی‌اکسید کربن نسبت به متان بیشتر افزایش می‌یابد. علت پدیده فوق را می‌توان طبق استدلال قبلی توجیه نمود. گزینش‌پذیری دی‌اکسید کربن نسبت به متان افزایش می‌یابد ولی به علت افزایش بیشتر تراوایی دی‌اکسید کربن نسبت به نیتروژن، به علت میعان‌پذیری بالاتر، گزینش‌پذیری این جفت گاز افزایش یابد.

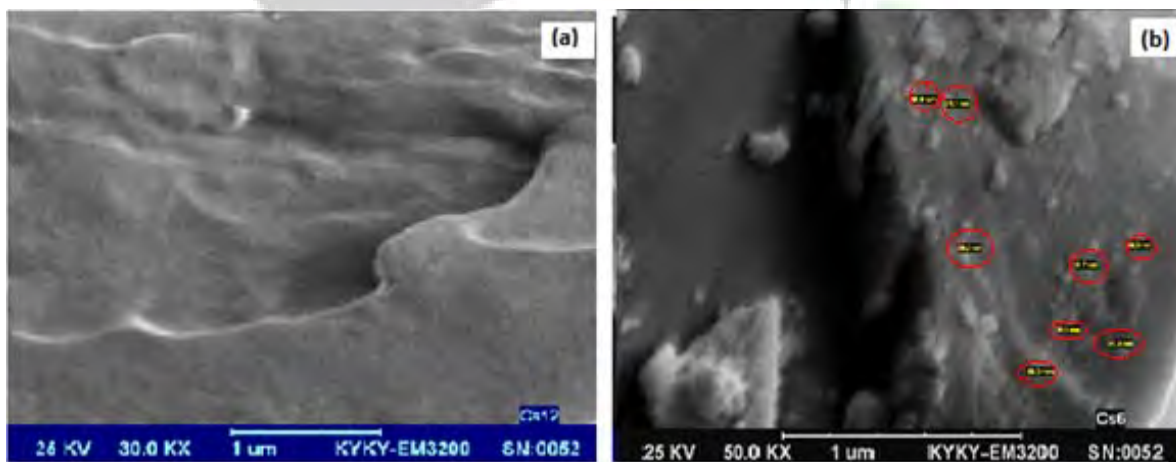
به منظور بررسی اثر نوع دی‌ایزوسیانات، افزایش تراوایی به این خاطر است که با ورود دی‌ایزوسیانات آلیفاتیک HDI، انعطاف‌پذیری زنجیرهای پلی‌یورتانی و همچنین جدایش فازی قطعات نرم و سخت پلی‌یورتان افزایش می‌یابد. در نتیجه فضای لازم برای نفوذ مولکول‌های گاز افزایش یافته و تراوایی افزایش می‌یابد. علت کاهش گزینش‌پذیری و نیز افزایش تراوایی به واسطه افزایش فضای لازم برای نفوذ مولکول‌های گازها و کاهش خاصیت غربال‌گری است. شکل ۳ تغییرات گزینش‌پذیری جفت گاز CO_2/N_2 را نسبت به تراوایی گاز دی‌اکسید کربن نشان می‌دهد که توسط رابسون در سال ۲۰۰۸ برای شناسایی خواص مطلوب جداسازی هر غشا به منظور تجاری‌سازی ارائه شده است. بر طبق نظر رابسون غشاهایی با خواص تراوایی و گزینش‌پذیری نزدیک و یا بالاتر از این خط ترسیمی، گزینه‌ای مناسب برای تجاری‌سازی می‌باشند. چنانچه در این شکل مشاهده می‌شود با افزایش اکسید آلومینیم، خواص جداسازی گاز غشاهای پلی‌یورتانی در جداسازی جفت گاز CO_2/N_2 تغییر محسوس ایجاد نکرده است و تنها در درصدهای پایین از نانوذرات به خط بالایی رابسون نزدیک‌تر می‌شود.

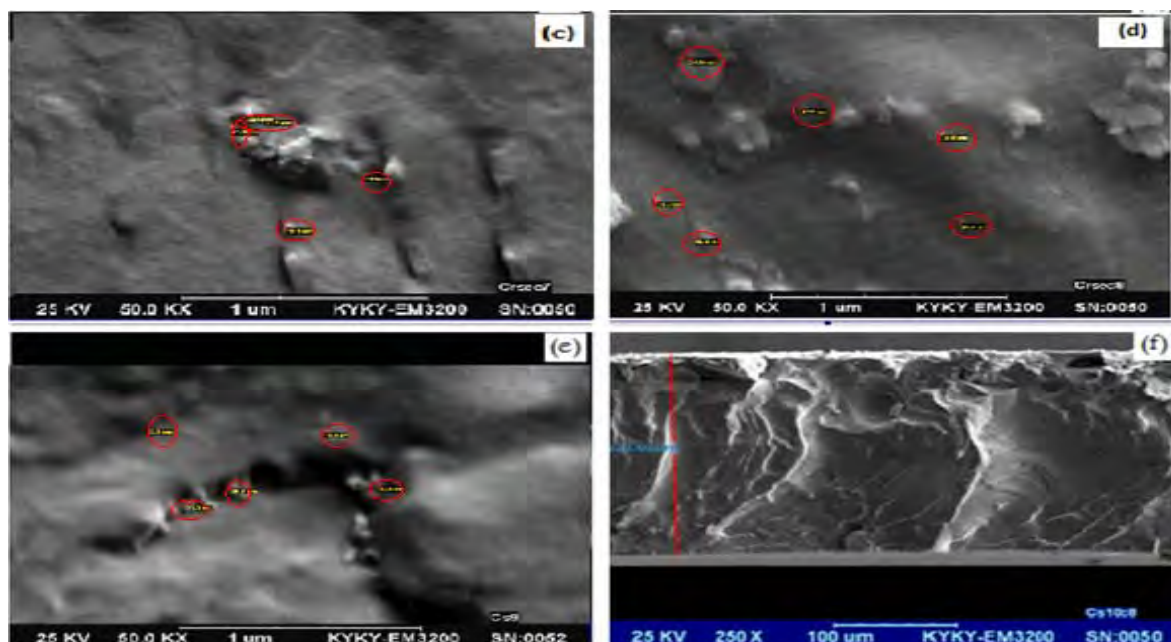


شکل ۳- تغییرات گزینش پذیری و تراوایی جفت گاز CO₂/N₂ در غشاهای پلی یورتانی

۲-۱-۳- مطالعه ساختار پلیمر توسط آزمون SEM

شکل ۴ تصاویر SEM از سطح مقطع غشای خالص و غشاهای نانوکامپوزیت پلی یورتان/ اکسید آلومینیم را نشان می دهد. به خوبی مشخص است همه غشاهای مذکور کاملاً چگال هستند. از طرفی با افزایش درصد نانوذرات در غشای پلی یورتان، هیچگونه تجمعی از نانوذرات مشاهده نمی شود و توزیع مناسبی از ذرات را خواهیم داشت.





شکل ۴ : تصاویر SEM از سطح مقطع غشاهای:
 . PU30 (f) .PU20 (e) .PU10 (d) .PU5 (c) .PU2.5 (b) .PU0 (a)

نتیجه‌گیری

رفتار تراوایی گاز در پلی‌یورتان پایه اتری با ورود نانو ذرات اکسید آلومینیم در ساختار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمون‌های مشخصه‌یابی نشان داد که حضور نانوذرات در ساختار پلیمر منجر به افزایش مقدار جدایی فازی و کاهش اتصالات هیدروژنی فازهای سخت و نرم می‌شود. این پدیده با افزایش تراوایی گازها و کاهش گزینش پذیری جفت گازهای خالص در پلیمر مشاهده گردید. همچنین با افزایش مقدار نانوذرات اکسید آلومینیم از ۰ تا ۳۰ درصد وزنی تراوایی گازهای خالص به شدت افزایش و گزینش پذیری کاهش می‌یابد. همچنین نتایج حاصل از منحنی رابسون نشان داد که غشاهای نانوکامپوزیتی پلی‌یورتان/ اکسید آلومینیم در حال حاضر قابلیت تجاری شدن را ندارند.

- [1] McBride, T.A. Massaro, S.L. Cooper, Diffusion of gases through polyurethane block polymers, J. Appl. Polym. Sci. 23 (1979) 201–214.
- [2] N. Cao, M. Pegoraro, F. Bianchi, L. Zanderighi, Gas transport properties of polycarbonate–polyurethane membranes, J. Appl. Polym. Sci. 48(1993) 1831–1842.
- [3] G. Galland, T.M. Lam, Permeability and diffusion of gases in segmented polyurethanes: structure–properties relations, J. Appl. Polym. Sci. 50(1993) 1041–1058.
- [4] L.S. Teo, J.F. Kuo, Ch.Y. Chen, Permeation and sorption of CO₂ through amine-contained polyurethane and poly(urea-urethane) membranes, J. Appl. Polym. Sci. 59 (1996) 1627–1638.

- [5] S.L. Huang, J.Y. Lai, On the gas permeability of hydroxyl terminated polybutadiene based polyurethane membranes, *J. Membr. Sci.* 105 (1995) 137–145.
- [6] R.Ch. Ruaan, W.Ch. Ma, S.H. Chen, J.Y. Lai, Microstructure of HTPB based polyurethane membranes and explanation of their low O₂/N₂ selectivity, *J. Appl. Polym. Sci.* 82 (2001) 1307–1314.
- [7] A. Wolińska-Grabczyk, Relationships between permeation properties of the polyurethane-based pervaporation membranes and their structure studied by a spin probe method, *Polymer* 45 (2004) 4391–4402



SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



PROPOSAL
پروپوزال

پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

دوره آموزشی

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی



روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی

دوره آموزشی

کارگاه آنلاین
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی



ISI
Scopus

آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

دوره آموزشی

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو