



دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر  
فصلنامه‌ی کاربرد شیمی در محیط زیست

سال نهم، شماره‌ی ۳۳  
زمستان ۱۳۹۶، صفحات ۲۰-۱۵

## بررسی خواص فیزیکی مکانیکی آلیاژ آکریلو نیتریل بوتادی ان استایرن- پلی کربنات (ABS-PC)

رضا صفرپور

گروه مهندسی شیمی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران

فهیمه درخشان‌فرد

گروه مهندسی شیمی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران

Email: f.dfar@gmail.com

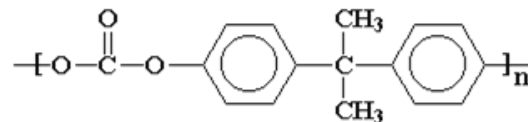
### چکیده

رشد علم و تکنولوژی، نیاز به پلیمرهایی با خواص و ویژگی‌های منحصر به فردی را می‌طلبد که پلیمرهای موجود جواب‌گوی آن نیستند. لذا استفاده از دو یا چند پلیمر و به عبارتی آلیاژسازی به منظور رسیدن به خواص مورد نظر راه حلی برای این مشکل می‌باشد. آلیاژ ABS/PC یکی از پرکاربردترین آلیاژهای پلیمری در جهان است که از ترکیب دو پلیمر پلی کربنات و کو پلیمر آکریلو نیتریل بوتادین استایرن به دست آمده است. در این پروژه روش تولید انبوه این آلیاژ مورد مطالعه و تحقیق قرار گرفت، در این تحقیق ۸۰ درصد پلیمر ABS با ۲۰ درصد پلیمر PC مخلوط شده و در دستگاه اکسترودر آلیاژ مربوطه تهیه شد و خواص فیزیکی و مکانیکی این آلیاژ مورد بررسی و تحقیق قرار گرفت.

**کلیدواژه:** آکریلو نیتریل بوتادین استایرن، پلی کربنات، آلیاژ آکریلو نیتریل بوتادی ان استایرن و پلی کربنات، خواص فیزیکی مکانیکی.

## مقدمه

پلی کربنات، پلیمری خطی و تشکیل شده از فسژن و فنل‌های دی هیدرید مانند بیس فنل A می‌باشد. ساختار پلی کربنات در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: ساختار پلی کربنات

مقایسه با پلی استایرن ضد ضربه (HIPS) و مدول خمشی آن در مقایسه با پلی پروپیلن بیش تر است و برخلاف پلی کربنات و پلی آمید در مقابل شکاف حساس نیست. این خصوصیات برجسته ABS را از پلیمرهایی با کاربرد عمومی ممتاز نموده و آن را از حالت کاربردی به حالت ترمیمی-کاربردی مبدل کرده است. خواص مکانیکی ABS به طور کلی از پلیمرهای مهندسی پایین تر است. دمای تغییر فرم در اثر حرارت (Heat distortion temperature) و یا HDT نوع مصرف عمومی این پلیمر زیر  $100^{\circ}\text{C}$  است [۲-۵].

در سال ۱۸۹۸، این هرن (Einhorn)، یک شیمیدان آلمانی هنگام تهیه چندین گروه کربنات به توسط واکنش فسژن و هیدروکینون متوجه تشکیل یک ماده ذوب ناپذیر و غیرقابل حل شد. در سال ۱۹۰۲ بی شوف (Bischoff) و هدنستروم (Hedenstrom) یک پلی کربنات مشابه با جرم مولکولی بالا و کراسلینگ شده به دست آوردند. دکتر کاردترز (Carothers)، تحقیقات روی این ماده را ادامه داد و این پلیمر را از طریق ترکیب آلیفاتیک دی‌هیدروکسی و دی‌اتیل کربنات تولید کردند ولی متأسفانه هیچ کدام از ترکیبات فوق‌الذکر به علت پایین بودن نقطه ذوب مورد استفاده نگرفت [۳].

تا این که در سال ۱۹۵۳ در آزمایشگاه‌های بایر، پلی کربنات خطی با جرم مولکولی بالا تولید گردید. در سال ۱۹۵۷ شرکت آلمانی بایر و شرکت آمریکایی جنرال الکتریک، هر کدام به طور مستقل تولید و توسعه پلی کربنات را ادامه دادند و در سال ۱۹۶۰، هر دو کمپانی تولیدات تجاری خود را آغاز نمودند. شرکت DSM نیز آلیاژهای PC/ABS خود را با نام تجاری Xantar C و PC/PBT یا PC/PET خود را با نام تجاری Stapron وارد بازار می‌کند [۴-۵].

در بررسی خصوصیات حرارتی و مکانیکی آلیاژ ABS-PC مدول یانگ به تدریج و یکنواختی توسط محتوای پلی کربنات تغییر می‌یابد. پلیمرها بسته به ذرات پراکنده بوتادی‌ان در ماتریس SAN (آکریلونیتریل استایرن) و ذرات پراکنده پلی کربنات که عموماً ABS را شکننده تر می‌کند. آلیاژ ABS-

وجود گروه‌های فنیل در زنجیره اصلی پلی کربنات باعث سفتی پلی کربنات می‌گردد. حجم بزرگ و برهم کنش گروه‌های فنیل موجود در زنجیره اصلی باعث کاهش تحرک زنجیره‌های پلیمری می‌گردد که این امر باعث افزایش مقاومت حرارتی این پلیمر و ویسکوزیته بالای آن می‌گردد. تحرک پذیری کم، کمبود انعطاف پذیری زنجیره‌های این پلیمر از ایجاد ساختار کریستال جلوگیری می‌کند و ساختار آمورف این پلیمر باعث شفافیت و عبورپذیری بالای نور و پایداری ابعادی بالای آن می‌گردد [۱]. آکریلونیتریل بوتادی‌ان استایرن یکی از ترموپلاستیک‌هایی است که دارای خواص فیزیکی مناسبی می‌باشد، خواص این پلیمر بین پلیمرهای پرمصرف عمومی مانند پلی استایرن، PP و PVC و نیز پلیمرهای مهندسی مانند نایلون، پلی کربنات و PBT است. در میان اجزاء ABS، آکریلونیتریل (A) جزیی است که مقاومت شیمیایی و پایداری در برابر شرایط آب و هوایی را در پلیمر ایجاد می‌نماید. بوتادی‌ان (B) نیز موجب چقرمگی و استایرن (S) سبب شفافیت، فرآیندپذیری و مزیت‌های اقتصادی می‌گردد. تغییر ترکیب درصد اجزاء در این ترمپلیمر می‌تواند محدوده وسیعی از کاربردها را برای آن ایجاد کند. معمولاً نسبت ترکیب درصد S/B/A در حدود ۵۵/۲۵/۲۰ درصد است. ABS از استحکام بالایی در محدوده حرارتی  $40^{\circ}\text{C}$  تا  $71^{\circ}\text{C}$  درجه سانتی‌گراد برخوردار است. این پلیمر در برابر الکل‌ها، هیدروکربن‌های آلیفاتیک مقاوم می‌باشد، پایداری ابعادی خوبی داشته و براق است. از استحکام و سختی بالایی برخوردار است و استحکام ضربه‌ای آن در

متیل-۴-پایپریدل)-سبکیت)، آلکانوکس-۲۴۰، فسفیت-۱۶۸، دی اکسید تیتانیم.

#### - روش‌ها

در این تحقیق درصد‌های مختلف پلیمر ABS و پلیمر PC مورد استفاده قرار گرفت که به عنوان مثال برای حدود ۸۰ درصد پلیمر ABS و حدود ۲۰ درصد پلیمر PC (گرید-HR-2320) و (گرید HR-2330) و (گرید HR-2340) استفاده شد که خود ABS شامل ۵۳ درصد SAN و ۲۷ درصد G-ABS می‌باشد و از نوع گرید SD-0150 است.

گرید پلی‌کربنات مورد استفاده PC1100 می‌باشد. پس از مخلوط کردن کامل پودرهای SAN و G-ABS و گرانول PC و افزودنی‌های مورد نیاز که باید به صورت کامل مخلوط گردد و سپس در دستگاه اکسترودر که در پروفیل دمایی ۱۸۵ تا ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شده است ریخته می‌شود و محصول مورد نظر که آلیاژ ABS-PC می‌باشد به صورت مذاب خارج شده و در دو مرحله در حمام‌ها در دمای ۶۰ تا ۷۵ درجه خنک شده و سپس در حمام ۴۰ تا ۴۵ سرد می‌گردد و در نهایت آب آلیاژ توسط خشک کن گرفته می‌شود و توسط کاتر به صورت گرانول در می‌آید و توسط دستگاه قالب‌زنی و دستگاه پرس به صورت ورق و قالب درآمده و در نهایت در آزمایشگاه پتروشیمی تبریز توسط دستگاه‌های مختلف مشخصات فیزیکی و مکانیکی این آلیاژ با پلیمرهای ABS و PC مقایسه می‌شود تا ضربه‌پذیری و مقاومت حرارتی این آلیاژ مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

این آلیاژها را می‌توان توسط روش‌های معمول نظیر اکستروژن، تزریق، قالب‌گیری فشاری و قالب‌گیری دمشی فرآیند نموده و قطعات مورد نظر را تهیه نمود. آلیاژ باید قبل از فرآیند تحت عمل خشک شدن در حدود  $10^{\circ}\text{C}$  زیر نقطه نرمی خود قرار گیرد. وقتی فرآیند در دستگاه‌هایی که دارای مناطق تخلیه و تبخیر گاز هستند انجام می‌شود، می‌توان از این مرحله خشک کردن صرف نظر نمود. دمای فرآیند نباید از  $280^{\circ}\text{C}$  بیش تر شود. آب‌رفتگی قالب (Mould Shrinkage) قطعات این آلیاژ در حدود ۰/۶٪ است. مقاومت ضربه‌ای

PC حداکثر استحکام ضربه ای IZOD را مورد مطالعه قرار داده است و مقاوم‌سازی را در برابر شعله را در این آلیاژ مورد مطالعه قرار داده است. چقرمه‌سازی آلیاژ ABS-PC با چقرمه کننده‌های جدید که نتایج خواص ویسکوالاستیک مذاب اکثر نمونه آلیاژها نشان می‌دهد که در این نمونه‌ها رفتار رئولوژیکی آلیاژها عمدتاً توسط ABS کنترل می‌شود. تحقیقات فراوانی بر روی مشخصات فنی پلیمر پلی‌کربنات در گریدهای مختلف انجام شده است که در این تحقیق بر روی گرید پلی‌کربنات از نوع ۱۱۰۰ با مشخصات مخصوص خود انجام گرفته است که لازم به ذکر است بر روی مشخصات فنی انواع گریدهای پلی‌کربنات در پتروشیمی خوزستان و سایر شرکت‌های پلیمری از جمله چمی یورو اسپانیا و سایر شرکت‌ها تحقیقات فراوان صورت گرفته است. همچنین تحقیقات فراوان بر روی پلیمر ای بی اس نیز صورت گرفته است که در این تحقیق گرید آکریلو نیتریل بوتادی ان استایرن از نوع اس دی ۰۱۵۰ می‌باشد و آکریلو نیتریل بوتادی ان استایرن مورد استفاده تولید شده در پتروشیمی تبریز می‌باشد. تحقیق بر روی آلیاژ ABS-PC که بر اساس پلی‌کربنات ساخته شده است و سازگاری و مقاومت ضربه‌ای در برابر حرارت و مقاومت در برابر اشعه ماورای بنفش صورت گرفته و موارد استفاده در صنایع مختلف از جمله خودروسازی و صنایع غذایی و الکترونیک را شامل می‌شود که به نوبه خود مصرف بالایی را در مقایسه با سایر آلیاژها دارد [۷-۱۰].

#### مواد و روش‌ها

- مواد

پلی‌بوتادین لاتکس، SAN (گریدهای AP-H، AP-O، AP-N و AP-F)، آنتی‌اکسیدانت با فرمول شیمیایی n-اکتادی سیل (۳،۳-۵-دی‌ترت بوتیل-۴-هیدرواکسی‌فیل) پروپیونات، دی‌فنیل ایزو اکتیل فسفیت، دی‌استریل پنتا ارتیر تیول دی فسفیت، باریم استنارات، استنارات منیزیم (اسیداوکتا دکانویک، نمک منیزیم، دی‌بازیک منیزیم استنارات)، اتیلن-بیس استنارات، دی‌متیل‌پلی‌سیلوکسان، (بیس (۲،۲،۶،۶-تترا

نمونه‌های تولیدشده از دستگاه اسپکتروفوتومتر استفاده شده است. این دستگاه ساخت شرکت Data color مدل Spectra flash SF450 می‌باشد.

- نمونه تهیه شده جهت آزمایش

نمونه‌ها مطابق شکل ۲ تهیه شده و آزمون‌های مختلفی روی نمونه‌های تهیه شده انجام گرفته است. آزمون رفتار کششی پلیمر در واقع نقطه تسلیم پلیمر در مقابل نیروی ثابت بار را بر حسب کیلوگرم نیرو بر سانتی‌متر مربع بیان می‌کند. نمونه‌ها به صورت دمبلی مطابق استاندارد ASTM D638 (type I) قالب‌گیری شد و آزمون کشش بر روی آن‌ها انجام گرفت است. آزمون آیزود رفتار ضربه‌پذیری پلیمر است، در واقع تحمل ضربه‌پذیری نمونه در مقابل گشتاور نیروی هامر (چکش) است.

آزمون وایکت رفتار دمای پلیمر در مقیاس درجه سانتی‌گراد است. در واقع دمایی که در آن سوزن به اندازه ۱ میلی‌متر به سطح نمونه پلیمری ۱ سانتی‌مربعی فرو رود، درحالی‌که دما با سرعت ۵۰ درجه سانتی‌گراد در ساعت افزایش می‌یابد، این دما به‌عنوان دمای نرم شوندگی ماده پلاستیکی نامیده می‌شود. این آزمون مطابق استاندارد ASTM D1525 انجام می‌شود. آزمون شاخص ذوب پلیمر، در واقع اکستروژن شدن نمونه پلیمر در مدت زمان ۱۰ دقیقه تحت بار مشخص (۵ کیلوگرم) در دمای ثابت ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد را نشان می‌دهد.

این آزمون مطابق استاندارد ASTM D1238 انجام شد. آزمون سختی، اندازه‌گیری سختی سطح نمونه در مقیاس راکول را نشان می‌دهد. در واقع سختی در مقابل وزنه ۵۰ کیلوگرم را نشان می‌دهد. در این‌جا آزمون ROCK WELL HARDNESS مطابق استاندارد ASTM D785 و با روش R Scale و پس از گذشت ۷ ثانیه و در ضخامت بیش از ۳ میلی‌متر اندازه‌گیری شد لازم به توضیح است قطر کره استفاده شده ۱/۲۷ cm بود.

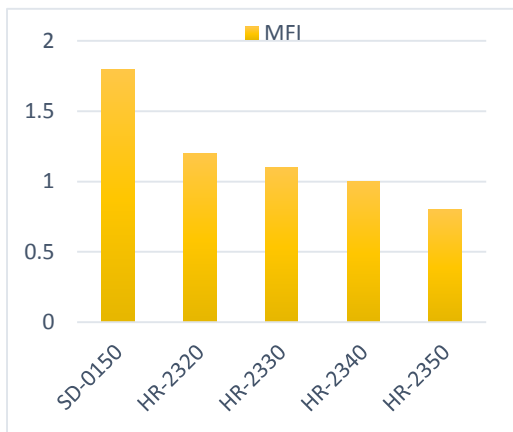
بالای آلیاژ امکان تهیه قطعات حجیم را با استفاده از روش قالب‌گیری دمشی می‌دهد. قطعات شکل‌دهی شده می‌توانند در مراحل بعد تحت چاپ و رنگ‌زدن قرار گیرند. این آلیاژ می‌تواند همراه پلیمرهای دیگر به‌صورت لایه لایه مورد استفاده قرار گیرد. چسبندگی این آلیاژ به اسفنج پلی‌یورتان و نیز چسب‌های متداول خوب است.

- دستگاه‌ها و تجهیزات

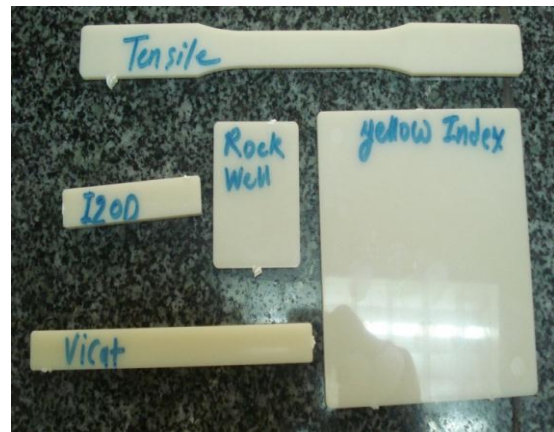
از دستگاه اکسترودر دو مارپیچه با  $L/D=36$  ساخت کشور کره جنوبی، برای تهیه گرانول از پودرهای کامپوزیتی که به طریق آمیزه‌کاری تهیه شده بود، استفاده گردید. ترازوی دیجیتالی ساخت کشور ژاپن شرکت Yamato op-5100 GP برای توزین پودرها با دقت پنج هزارم گرم به‌کار گرفته شد. دستگاه کاتر ساخت کشور کره جنوبی برای برش رشته‌های پلیمری در خروجی اکسترودر استفاده شده است. به‌منظور تهیه نمونه‌های مربوط به آزمون اندازه‌گیری ضربه، کشش، دمای نقطه نرمی، سختی سطح و رفتار نوری از دستگاه تزریق ساخت کشور کره شرکت LGH 50 N استفاده شده است. دستگاه آیزود موجود در آزمایشگاه ABS برای انجام آزمون مقاومت ضربه‌پذیری نمونه‌های تولید شده با روش تست ASTM D-256 به‌کاربرده شد.

برای تعیین خواص مکانیکی نمونه‌ها از دستگاه کشش 2.5HIS:150888WN ZWICK استفاده شده است. برای اندازه‌گیری شاخص ذوب کوپلیمرهای تولید شده از آنتی-اکسیدان‌ها با غلظت‌های مختلف با روش تست ASTM D-1238 استفاده شده است. برای اندازه‌گیری رفتار دمایی کوپلیمر در مقیاس درجه سانتی‌گراد و با روش تست ASTM D-1526 استفاده شد که ساخت شرکت EPNSEH مدل HD-PC می‌باشد.

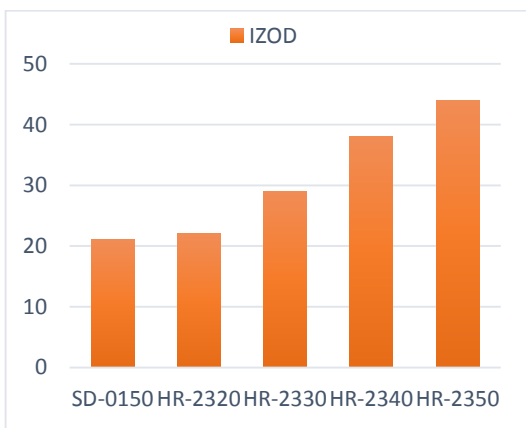
برای اندازه‌گیری سختی سطح نمونه‌های تولید شده از کوپلیمرهای ABS با غلظت‌های مختلف آنتی‌اکسیدان از روش تست ASTM D-785 استفاده شده است که ساخت شرکت WILSON ROCKWALL-Series2000 می‌باشد. برای اندازه‌گیری رفتار نوری پلیمر و شاخص زردی



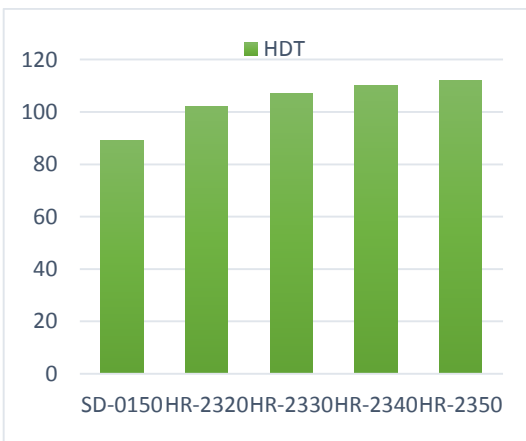
شکل ۴: نتایج آزمایش نقطه ذوب



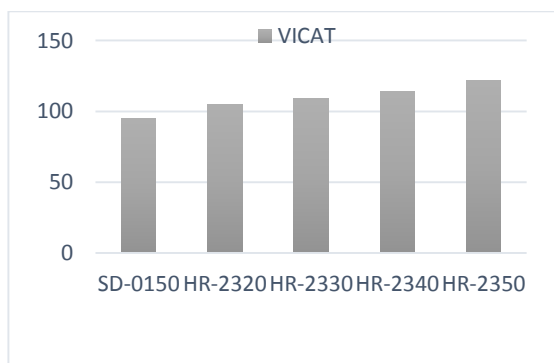
شکل ۲: نمونه‌های تهیه شده جهت انجام آزمایش‌ها



شکل ۵: نتایج آزمایش ایزود (مقاومت در مقابل ضربه)



شکل ۶: نتایج آزمایش سختی سطح



شکل ۳: نتایج آزمایش ویکت (دمای نرم شدن پلیمر)

### بحث و یافته‌ها

در این بخش، نتایج درصد‌های مختلف پلیمر ABS و پلیمر PC که حدود ۸۰ درصد پلیمر ABS و حدود ۲۰ درصد پلیمر PC می‌باشد (گرید HR-2320) و حدود ۷۰ درصد ABS و ۳۰ درصد PC (گرید HR-2330) و حدود ۶۰ درصد ABS و ۴۰ درصد PC (گرید HR-2340) می‌باشد مورد بررسی نتایج مختلف آزمایشگاهی قرار می‌گیرد تا در درصد‌های مختلف تاثیر مقاومت ضربه و دمای نقطه نرم شدن و شفافیت رنگ و شاخص مذاب و سایر موارد آزمایشگاهی مشخص شود. نتایج آزمایش ویکت (دمای نرم شدن پلیمر) در شکل ۳ نشان داده شده است. نتایج آزمایش نقطه ذوب در شکل ۴ نشان داده شده است. نتایج آزمایش ایزود در شکل ۵ (مقاومت در مقابل ضربه) نشان داده شده است. نتایج آزمایش سختی سطح در شکل ۶ نشان داده شده است.

از آنجایی که یکی از معایب پلیمر ABS پایداری حرارتی کم تر می‌باشد اضافه کردن پلی کربنات این ایراد را کم رنگ

- [8] Tankhiwale, R., Bajpai, S. K., 2012, Preparation, characterization and antibacterial applications of ZnO-nanoparticles coated polyethylene films for food packaging, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces.*, 90, 16-20.
- [9] Ramos, M., Jiménez, A., Peltzer, M., María, C. G., 2012, Characterization and antimicrobial activity studies of polypropylene films with carvacrol and thymol for active packaging, *Journal of Food Engineering.*, 109, 513-519.
- [10] Kyung, H.H., Gang, S., 2009, Photoinduced Antimicrobial Polymer Blends with Benzophenone as a Functional Additive, *Journal of Applied Polymer Science.*, 112, 2019-2026.

می‌کند و به یکی از پر مصرف‌ترین آلیاژها تبدیل می‌شود. با توجه به این که قیمت پلی‌کربنات گران‌تر می‌باشد و با ترکیب این پلیمر می‌توان قیمت را پایین‌تر آورد و صرفه اقتصادی ایجاد کرد و با توجه به فرآیندپذیری این آلیاژ و در مقایسه با ABS معمولی از مقاومت گرمایی و ضربه‌ای بهتری برخوردار می‌باشد. هم‌چنین براقی و شفافیت این آلیاژ هم به چشم می‌خورد. با توجه به نتایج به‌دست آمده هر چه میزان پلی‌کربنات بیشتر می‌شود مقدار ایزود و ویکت و درجه سختی هم بالاتر می‌رود و با توجه به بازار مصرف و شرایط خاص باید این آلیاژ را تولید کرد.

### نتیجه‌گیری

بررسی و نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهد که آلیاژهای به‌دست آمده دارای خواص ویژه و منحصر به‌فردی بوده و دارای بازار مصرف گسترده و متنوعی می‌باشد و از آنجایی که این آلیاژها در کشور تولید نمی‌گردد لذا با توجه به نیاز بازار داخلی و خارجی و با توجه به این که هم اکنون هم پلی‌کربنات و هم ABS در ایران در پتروشیمی خوزستان و پتروشیمی تبریز تولید می‌گردد با توجه به پتانسیل و شرایط موجود بهترین فرصت برای تولید انبوه این آلیاژهای پر مصرف در صنایع خودروسازی الکترونیک و صنایع برق و سایر صناعت‌ها می‌باشد. با توجه به نمونه‌ها و تست‌های انجام شده در تولید این آلیاژ مشکل خاصی وجود ندارد.

### منابع

- [1] Rachida, Krache., Ismahane Debbah, Some Mechanical and Thermal Properties of PC/ABS Blends.
- [2] XIANGFU ZHANG,1 YUSHENG CHEN,1 YONG ZHANG,1 ZONGLIN PENG,1 YINXI ZHANG,1 WEN ZHOU2, Effects of ABS-g-MAH on Mechanical Properties and Compatibility of ABS/PC Alloy.
- [3] B. S. LOMBARDO., H. KESKKULA, and D. R. PAUL., Influence of ABS Type on Morphology and Mechanical Properties of PC/ABS Blends.
- [4] B. S. LOMBARDO., H. KESKKULA, and D. R. PAUL., Properties of PC/ABS Blends.
- [5] Ming-Hsiung Ho<sup>1, a</sup>, Pin-Ning Wang<sup>2, b</sup>, Jung-Peng Yeh<sup>1, c</sup> and Sheng-Jie Li<sup>1, d</sup>, Properties of Acrylonitrile-Butadiene-Styrene/ Polycarbonate Blends with Styrene-Butadiene-Styrene Block Copolymer.
- [6] Jose, M.L., MariaJ, O., Amparo, L.R., 2012, Antimicrobial Polymers, Hoboken, New Jersey: simultaneously in Canada.
- [7] Nielsen L. E, and Landel R. F., 1994, Mechanical properties of polymer and composites, Marcel Dekker Inc., second edition, ch. 5 and 7.