

## بررسی تجربی میزان ضربه پذیری قطعات تولید شده از ترکیب ترموپلاستیک های پلی کربنات و آکریلونیتریل بوتادین استایرن

یوسف گرامی<sup>۱</sup>، سید عبدالمحمد رضاوند<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد ساخت و تولید، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران

<sup>۲</sup> استادیار، گروه ساخت و تولید، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران

پذیرش: زمستان ۹۷ پذیرش: بهار ۹۹

### چکیده

در این پژوهش به بررسی تجربی خواص ضربه پذیری قطعات تولید شده از جنس ترموپلاست های اکریلونیتریل بوتادین استایرن<sup>۱</sup> و پلی کربنات<sup>۲</sup> در پنج سطح ترکیبی با فشار تزریق، دمای تزریق، سرعت تزریق مشخص و دمای نگهداری ثابت پرداخت شده است که پس از آزمایش قطعات تولیدی، داده هایی بدست آمده به وسیله نرم افزار مینی ۱۶ و به روش تاگوچی تحلیل و بررسی شده است که نتایج بدین گونه بوده که اکریلونیتریل بوتادین استایرن به علت عدم انعطاف پذیری، حالت پذیری و سختی بالا دارای میزان ضربه پذیری کمتری نسبت به پلی کربنات می باشد و در حین آزمایش دچار شکستگی ترد می گردد.

\*عهده دار مکاتبات: [m\\_rezavand@yahoo.com](mailto:m_rezavand@yahoo.com)

واژگان کلیدی: اختلاط پلیمرها، پلی کربنات، اکریلونیتریل بوتادین استایرن، مقاومت ضربه ای

### Abstract

In this study, the experimental properties of the fragments of acrylonitrile butadiene styrene and polycarbonate thermoplastics in five levels of pressure, injection temperature, fixed injection rate and fixed maintenance were paid. After testing the components, the data obtained for The software for minifreccion 16 has been analyzed using the Taguchi method. The result is that acrylonitrile butadiene styrene is less resistant to polycarbonate due to its non-elasticity, hardness and hardness, and becomes harder to crack during testing.

**Key words:** Polymer blending, Polycarbonate, Acrylonitrile butadiene styrene, Punch resistance

1- Acrylonitrile Butadiene Styrene  
2 -Poly Carbonate

۱-مقدمه

ترکیب نمودن پلیمرها یک روش موثر و کارآمد جهت دستیابی به خواص مکانیکی بهینه جهت کاربرد آنها در صنایع مختلف می باشد. این رو بعلاوه خواص ویژه دو ماده پلیمری پلی کربنات و اکریلونیتریل بوتادین استایرن مخلوط این دو ماده پلیمری در یک دهه اخیر با استقبال و کاربرد فراوانی برخوردار بوده است [۱]. طی نتایجی که از آزمایش بر روی قطعات تولید شده از ترکیب  $ABS^1/PC^2$  استخراج شده است چنین نشان می دهد که جهت دستیابی به یک پلیمر با میزان خواص مکانیکی مطلوب معمولاً نیازمند به سازگار کننده ای جهت افزایش نیروی چسبندگی بین رزین  $ABS$  و  $PC$  می باشد [۲]. این به این دلیل است که رطوبت پذیری و انرژی سطحی بین  $PC$  و رزین  $ABS$  ضعیف و کم است. و دلیل این رخداد را نیز اینگونه می توان بیان کرد که  $PC$  و  $ABS$  کاملاً امتزاج پذیر نیستند [۷]. در این مقاله به تحقیقات، آزمایشات و نتایجی که سایر محققین پیرامون خواص فیزیکی، مکانیکی به ویژه خواص ضربه ایی قطعات تولید شده حاصل از ترکیب  $PC/ABS$  یافته اند را مطالعه و بررسی نموده و در ادامه از این اطلاعات کمک و استفاده شده است.

۲- روش تحقیق

۲-۱- بررسی میزان استحکام ضربه ای قطعات تولید شده حاصل از ترکیب  $PC/ABS$

مخلوط های پلی کربنات ها و اکریلونیتریل بوتادین استایرن از جنبه های مختلف توسط محققین متعدد مورد مطالعه قرار گرفته است. رادولف آ و چو، کاربرد انواع مختلف اکریلونیتریل بوتادین استایرن، و نسبت های ترکیبی مختلف این دو ماده ترموپلاستیک جهت دستیابی به نتایج متعدد از قبیل خواص فیزیکی و مکانیکی آنها را مورد آزمایش و بررسی قرار داده اند و این دو مواد پلیمری را با استفاده از سه نمونه از اکریلونیتریل بوتادین استایرن با گریدهای مختلف (در نسبت های مختلف) جهت مطالعه و بررسی میزان مقاومت کششی، خواص خمشی، مقاومت ضربه ای، خیزش حرارتی و توان جریان ذوب استفاده کردند. جین و دیگران تأثیرات ترکیبات اختلاط این دو نوع پلیمر بر میزان ویسکوزیته ی ذوب (میزان مقاومت مواد در برابر جریان) اکریلونیتریل بوتادین استایرن و سازگاری و یا عدم سازگاری این ماده با دیگر ماده پلیمری بنام  $(PMMA)$  جهت دستیابی به خواص مکانیکی آنها را مورد مطالعه و بررسی قرار داده اند. لومباردو و دیگران نیز خواص مکانیکی و متغیر مخلوط پلی کربنات ها و اکریلونیتریل بوتادین استایرن بر اساس گرید های مختلف  $ABS$  را مورد بررسی قرار دادند. سطح مطلوب هر یک از شاخص های موثر بر میزان خواص مکانیکی و استحکام ضربه ای در جدول شماره (۱) نشان داده شده است. نتایج بدست آمده در جدول فوق چنین بیان می دارد که میزان مقاومت ضربه ای قطعات تولیدی از ترکیب  $PC/ABS$  هنگام ترکیب ها بهبود می یابد، و علت آن را می توان تأثیر بوتادین

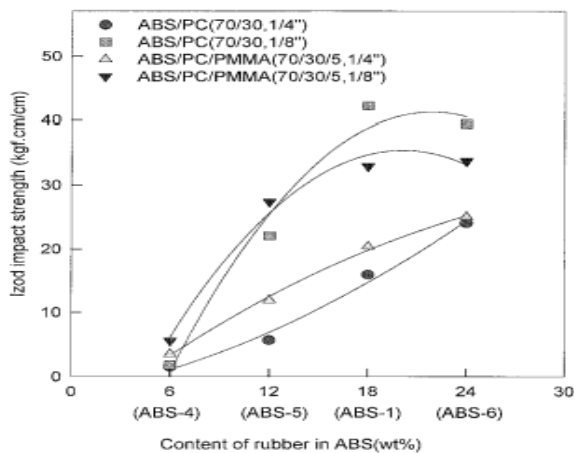
موجود در  $ABS$  بیان داشت. با این وجود، مقاومت ضربه ای بعلاوه ادغام بهتر و توزیع  $ABS$  در مخلوط نهایی با چرخش سریع (زمان ادغام) افزایش می یابد. هرچند که بالا رفتن زمان ادغام از سطح ۲ به سطح ۸ تأثیر کمتری نسبت به افزایش آن از سطح ۱ به سطح ۲ دارد. در نتیجه این باور وجود دارد که زمان ادغام طولانی تر از سطح آزمایش شده تأثیر کمتری بر خواص ضربه پذیری قطعات تولیدی از ترکیب  $PC/ABS$  دارد [۹].

جدول شماره (۱): نتایج بدست آمده حاصل از فرآیند تولید قطعات بر خواص ضربه پذیری قطعات تولیدی از ترکیب  $PC/ABS$  [۹].

فشار تزریق	دمای تزریق	دمای قالب	دمای اختلاط	ترکیب (%)	سطح
۶۷/۰۱	۶۷/۷۰	۶۵/۸۹	۶۶/۷۸	۷۸/۴۰	۱
۶۷/۱۶	۶۷/۱۵	۶۷/۸۳	۷۰/۰۸	۶۳/۷۷	۲
۶۶/۹۸	۶۶/۱۴	۶۸/۶۶	۶۳/۲۸	۵۸/۹۸	۳
۰/۱۷	۱/۴۱	۲/۱۴	۶/۶۰	۱۹/۴۱	Δ
۶	۵	۴	۳	۱	Rank

۲-۲- تأثیر نسبت ترکیب  $PC/ABS$  و اضافه کردن دیگر مواد پلیمری بر میزان استحکام ضربه ای

همانگونه که در نمودار نشان داده شده در تصویر شماره (۱) قابل مشاهده است میزان مقاومت ضربه ای ایزود در مخلوط های دو ماده  $PC/ABS$  در نمونه آزمایش شماره ۱/۴ اینچی خیلی رضایت بخش نیست ولیکن در ادامه میتوان دید با اضافه شدن  $PMMA$  به این دو ماده پلاستیکی میزان مقاومت ضربه ای ایزود ۱/۸ اینچی رو به افزایش است و نتیجه مطلوب تری حاصل می شود. بنابراین نتایج بدست آمده نشان می دهد که با اضافه شدن  $PMMA$  به دو ماده پایه ( $PC/ABS$ ) در نمونه آزمایشی با شماره ۱/۸ اینچی استحکام ضربه ای قطعات تولیدی بهتر و مطلوب تر از قطعات قبلی است [۴].



تصویر (۱): تحلیل نتایج استحکام ضربه ای بر روی قطعات پلیمری با ترکیب  $PC/ABS$  و  $PMMA/PC/ABS/1$  بر اساس ۱/۸ و ۱/۴ ایزود [۴].

- 1 - Acrylonitrile Butadiene Styrene
- 2 - Poly Carbonate
- 3 - Raduulof
- 4 - Choo

۴-۲- مقایسه میزان استحکام ضربه ای قطعات تولید شده از مواد اصلی و مواد بازیافتی حاصل از ترکیب PC/ ABS آقایان بالارت ، لویز ، دیوید گارسیا و سالوادور در یک آزمایش تجربی نیز چنین یافته اند که جهت دستیابی به یک نتیجه مطلوب پیرامون میزان استحکام ضربه ای قطعات تولید شده حاصل از ترکیب مواد PC/ ABS که البته در اینجا با اختلاط حاصل از ضایعات و پسماندهای دو ماده پلی کربنات و اکریل ونیتریل بوتادین استایرن را بمدت ۴ ساعت در خلاء و دردمای ۸۰ تا ۱۲۰ درجه سانتیگراد خشک و رطوبت آنان کاملاً گرفته شده است . [۳].

در ادامه طی آزمایشاتی که آقای رافینگ لیانگ<sup>۲</sup> و دوستان بر روی قطعات تولید شده حاصل از ترکیب این ماده پلیمری داشته اند چنین نتیجه گرفته اند که جایگزینی PC خالص با PC بازیافت شده با MW بالارت، ویسکوزیته ی مذاب ترکیبی را به طور چشم گیری کاهش می دهد. که ممکن است این میزان افت گرانی افت به علت عدم استحکام و قوام بین مولکولی زنجیره ها باشد . که با افزودن PC ۵۰٪ خالص و یا اولیه ویسکوزیته ی ترکیب را بهبود می یابد و درامده با افزودن PC ۱۰٪ خالص به ترکیب PC/ABS ویسکوزیته ی مذاب تا حدودی بهبود یافته ولی با این حال گرانی مذاب حاصل از اختلاط مواد بازیافتی بسیار کمتر از مذاب حاصل از اختلاط مواد PC/ABS خالص می باشد ولیکن می بایست توجه داشت که ترکیبات PC/ABS بازیافتی خاصیت ضربه پذیری بهتری نسبت به PC/ABS خالص را دارند. داده های حاصل از آزمایش مواد تولید شده از ترکیب دوماده ی PC/ABS در جدول (۴) نمایش داده شده است [۶]. یافتن یک ترکیب مناسب از ABS دست نخورده و بازیافت شده که دارای بهترین خصوصیات مکانیکی است و انقباض کمتری داشته باشد گونه است که مخلوط های ۲۰٪ / ۳۵٪ و ۵۰٪ / ۵۰٪ مواد بازیافتی با گرانول اولیه مواد پلیمر دست نخورده مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج نشان می دهد که با افزایش مواد بازیافتی انقباض کاهش می یابد. برای این اساس، مخلوط مناسب برای حداقل انقباض ۵۰٪ است در حالیکه بهترین خصوصیات مکانیکی با ترکیب ۲۰٪ قابل دستیابی است [۱۰]. جهت تولید قطعات مورد آزمایش طبق جداول بدست آمده توسط نرم افزار ۱۶ Minitab برای طراحی آزمایش به روش تاگوچی بکار گرفته شده است . قطعات تولید شده از جنس ترموپلاستیکهای ( PC/ABS در ۵ سطح و با نسبت های ترکیبی جداگانه ۲۰٪ PC و ۸۰٪ ABS و ۱۰٪ PC و ۱۰٪ ABS و ۶۵٪ PC و ۳۵٪ ABS و ۵۰٪ PC و ۵۰٪ ABS مورد بررسی قرار گرفته که گرانول های مواد اولیه در تصویر شماره (۲) نمایش داده شده است . و در قالب استاندارد تولید و این قطعات جهت آزمایش ضربه<sup>۳</sup> برابر استاندارد ASTM-D ۱۱۰ توسط دستگاه مربوطه مورد آزمایش قرار گرفته شده است، تعداد کل نمونه<sup>۴</sup> های تولیدی برای این آزمایش ۷۵ عدد می باشد که از روش تاگوچی ۲۵ L برای طراحی آزمایش استفاده شده است.

باین وجود رتبه بندی وهمچنین ترتیب مقدار کاهش وزن مولکولی، این فرض را اثبات میکند. میتوان نتیجه گرفت که در مقایسه با PC / ABS PTFE+ BDP و PC / ABS PTFE+ BDP TMC – BDP تنزل قابل توجهی از PC توسط اسید فسفریک رها شده در BEP ترکیبی در طول پردازش در PC / ABS PTFE+ BDP ایجاد شده است. آزمون قدرت ضربه شاری، مقدار انرژی رابر حسب واحد سطح مشخص می کند که توسط ماده در حین شکست جذب شده است. نتایج حاصل، شبیه به نتایجی است که قبلاً برای گرانیوی (چسبندگی)، بررسی کشش ومدول خمش بدست آمده بود. نمونه های بدون شکاف به جز در PC / ABS PTFE+ BDP شکسته نشدند. نمونه های شعله عقب انداز (طول شعله) شکاف دار پس از PC / ABS PTFE در طول شکست انرژی کمتری را جذب کرده اند. ترکیباتی BDP-TMC و BDP موجب کاهش شفاف یکسانی در مقایسه با PC / ABS PTFE در آزمون های قدرت ضربه شاری می گردند، اما ترکیبی با BEP انرژی بسیار کمی برای شکست نیاز دارد. [۸].

سوارز<sup>۱</sup> و همکارانش در تحقیقاتی که انجام داده اند به این نتیجه رسیده اند که با افزودن پلی کربنات به اکریلونیتریل بوتادین استایرن جهت دستیابی به خواص ضربه ای قطعات تولیدی از ترکیب این دو ماده به نتیجه مثبت و رضایت بخشی رسیده اند و لیکن در هنگام تولید قطعات با این ترکیب یافته اند که یک خیزش ناگهانی در حین آزمایش ضربه ای رخ می دهد که دلیل این رخداد را متأثر از اضافه شدن کم پلی کربنات به اکریلونیتریل بوتادین استایرن می باشد بنابراین جهت رفع این نقیصه می بایست درصد بیشتری از پلی کربنات به مخلوط اکریلونیتریل بوتادین استایرن اضافه شود، تا این عیوب مکانیکی در فرآیند تولید رخ ندهد همچنین آنها نتیجه گرفته اند که اضافه شدن پلی کربنات به اکریلونیتریل بوتادین استایرن باعث بالا رفتن میزان استحکام ضربه ای میگردد [۵].

۳-۲- بررسی میزان ضربه پذیری ترکیب مواد پلیمری PC/ABS مقاومت ضربه ای مخلوط پلی کربنات و استایرن بوتادین یکی از مهمترین خواص مکانیکی قطعات تولیدی حاصل از ترکیب این دو ماده است. برای مطالعه مقاومت ضربه ای مخلوط پلی کربنات و اکریلونیتریل بوتادین استایرن، عوامل مهم آن و تأثیراتشان باید تعیین شوند و به صورت آزمایشی امتحان شوند. در این مقاله مطالعه رفتارهای مقاومت ضربه ای ایزود بر روی قطعات تولید شده با مخلوط پلی کربنات و اکریلونیتریل بوتادین استایرن انجام گرفته است که نتایج بیانگر این مهم بوده که با طراحی آزمایشی قائم تاگوچی برای به حداقل رساندن تعداد آزمایشات کار آزمایش را شروع نموده ایم. در روش تاگوچی عوامل مهم و تاثیر گذار بر روی استحکام ضربه ای قطعات تولیدی عبارتند از: نسبت ترکیب، زمان ادغام (چرخش سریع)، دمای تزریق، فشار تزریق و دمای قالب که در نهایت، که با هماهنگ و همگون کردن این عوامل می توان به بالا بردن مقاومت ضربه ای قطعات تولیدی کمک کرد [۵].

<sup>2</sup> - Liang Ruifeng

<sup>3</sup> - Impact test

<sup>1</sup> -suarez

جدول (۳): نمونه‌های پیشنهادی روش آماری تاگوچی

ردیف	درصد ترکیب مواد (%)	فشار تزریق (Mpa)	دمای تزریق (°C)	سرعت (ثابت) (m/s)
۱	Pc/۱۰۰	۹۵	۲۹۰	۱۹
۲	Pc/۱۰۰	۱۰۰	۲۹۵	۱۹
۳	Pc/۱۰۰	۱۰۵	۳۰۰	۱۹
۴	Pc/۱۰۰	۱۱۰	۳۰۵	۱۹
۵	Pc/۱۰۰	۱۱۵	۳۱۰	۱۹
۶	%۶۵-ABS/%۳۵ PC	۹۵	۲۹۵	۱۹
۷	%۶۵-ABS/%۳۵ PC	۱۰۰	۳۰۰	۱۹
۸	%۶۵-ABS/%۳۵ PC	۱۰۵	۳۰۵	۱۹
۹	%۶۵-ABS/%۳۵ PC	۱۱۰	۳۱۰	۱۹
۱۰	%۶۵-ABS/%۳۵ PC	۱۱۵	۲۹۰	۱۹
۱۱	%۵۰-ABS/%۵۰ PC	۹۵	۳۰۰	۱۹
۱۲	%۵۰-ABS/%۵۰ PC	۱۰۰	۳۰۵	۱۹
۱۳	%۵۰-ABS/%۵۰ PC	۱۰۵	۳۱۰	۱۹
۱۴	%۵۰-ABS/%۵۰ PC	۱۱۰	۲۹۰	۱۹
۱۵	%۵۰-ABS/%۵۰ PC	۱۱۵	۲۹۵	۱۹
۱۶	%۲۰-ABS/%۸۰ PC	۹۵	۳۰۵	۱۹
۱۷	%۲۰-ABS/%۸۰ PC	۱۰۰	۳۱۰	۱۹
۱۸	%۲۰-ABS/%۸۰ PC	۱۰۵	۲۹۰	۱۹
۱۹	%۲۰-ABS/%۸۰ PC	۱۱۰	۲۹۵	۱۹
۲۰	%۲۰-ABS/%۸۰ PC	۱۱۵	۳۰۰	۱۹
۲۱	ABS/۱۰۰	۹۰	۳۱۰	۱۹



ABS ۱۰۰% ماده



PC ۱۰۰% ماده



ماده ۲۰% PC و ۸۰% ABS



ماده ۳۵% PC و ۶۵% ABS



ماده ۵۰% PC و ۵۰% ABS

تصویر (۲): گرانول های ABS و PC و ترکیب (PC/ABS)

که باتوجه به فاکتورهای ثابت و متغیر جدول تاگوچی طراحی وبکمک آن قطعات مورد نیاز تولید و آزمایشات طراحی شد. جدول (۳).

جهت تزریق و ساخت نمونه‌های مورد آزمایش ، از یک دستگاه تزریق پلاستیک مدل (HXF-۸۸) ساخت شرکت هایگزینگ<sup>۱</sup> کشور چین با ظرفیت تزریق ۱۴۰ گرم و توناژ گیره ۸۸ تن استفاده شد. پانل این دستگاه بصورت نیمه اتوماتیک بوده و اکثر پارامترهای تزریق مانند دمای تزریق ، فشار تزریق ، فشار نگهداری ، سرعت تزریق ، زمان تزریق و زمان نگهداری قابل کنترل می‌باشند .

#### ۴- قالب تزریق نمونه

در این قالب دو حفره جهت تولید نمونه‌های آزمایش ضربه و آزمایش خمش حرارتی بکار برده شد، اندازه حفره قالب برای آزمایش خمش حرارتی مطابق با استاندارد ASTM-D۶۴۸ و برای آزمایش ضربه مطابق استاندارد ASTM-D۶۱۱۰ ساخته شده است البته نمونه‌های تولید شده تست ضربه فاقد ناچ بوده که عملیات ناچ‌زنی پس از تولید نمونه‌ها انجام خواهد شد .

#### ۵- ماشین فرز

برای ایجاد شیار بر روی نمونه‌های تست ضربه از ماشین فرز یونیورسال افقی ، عمودی ، ساخت شرکت ماشین‌سازی مدل (FP۴M) تبریز استفاده شد . شیار نمونه‌ها توسط یک تیغه فرز فرم V شکل به عمق ۲.۵۴ میلی‌متر با زاویه راس ۴۵ درجه بر روی نمونه‌ها ایجاد شد.

#### ۶- ایجاد شیار بر روی قطعات جهت آزمایش ضربه

پس از تعیین مقدار پارامترهای ثابت و محدوده پارامترهای متغیر ، طراحی آزمایش به روش تاگوجی توسط نرم‌افزار مینی‌تب انجام شد . سپس مطابق با شرایط پیشنهادی نرم‌افزار ، برای آزمایش ضربه تعداد پنجاه نمونه در دو سطح و هر سطح تعداد ۲۵ نمونه پس از رسیدن شرایط تزریق به حالت پایدار تولید شد. نمونه‌های آزمون خمش حرارتی مطابق با استاندارد ASTM-D۶۴۸ و نمونه‌های آزمون ضربه مطابق استاندارد ASTM-D۶۱۱۰ تولید شدند . پس از تولید نمونه‌ها ، نمونه‌های تست ضربه به دلیل عدم وجود شیار در مرکز قطعات مورد نظر آنها ، بوسیله ماشین فرز و توسط تیغه فرز فرم V شکل ، مطابق با استاندارد ASTM-D۶۱۱۰ ناچ زده شدند .

۲۲	ABS/۱۰۰	۱۰۰	۲۹۰	۱۹
۲۳	ABS/۱۰۰	۱۰۵	۲۹۵	۱۹
۲۴	ABS/۱۰۰	۱۱۰	۳۰۰	۱۹
۲۵	ABS/۱۰۰	۱۱۵	۳۰۵	۱۹

مقدار فشار نگهداری برابر با فشار تزریق در هر آزمایش در نظر گرفته شد، همچنین برای تعیین محدوده فشار تزریق، حداقل فشاری که توانست حفره قالب را پر کرده و قطعه سالم و کامل تولید نماید، به عنوان حداقل فشار در نظر گرفته شده و حداکثر آن را طوری انتخاب شد، که قطعات تولیدی فاقد پلیسه باشند، برای اینکار چندین قطعه تا رسیدن به قطعه مناسب تولید شد. دمای تزریق برای کلیه نمونه های مندرج در جدول شماره (۴) بین دماهای  $290^{\circ}C$  تا  $310^{\circ}C$  در پنج سطح در نظر گرفته شده است . دلیل عدم انتخاب دماهای پایین تر از  $290^{\circ}C$ ، به خاطر پر نشدن حفره قالب و رگه رگه شدن نمونه ها به دلیل گرانبوی پایین مذاب و سرد شدن مواد در نمونه های با درصد پلی کربنات، در دماهای کمتر بود. و دلیل عدم انتخاب دماهای بالاتر از  $310^{\circ}C$  بخاطر سوختن مواد در نمونه های با درصد بالای ABS بود. همچنین دمای سطح قالب برابر با دمای محیط  $20^{\circ}C$  درجه سانتیگراد در نظر گرفته شد. سرعت تزریق را تا رسیدن به سرعت ایده ال برای پرکردن حفره قالب و تولید قطعه بدون عیب تغییر داده و در نهایت سرعت تزریق  $19\text{ m/s}$  برای تزریق کلیه نمونه ها در نظر گرفته شده است . جدول (۴) و جدول (۵) مقادیر در نظر گرفته شده برای پارامترهای ثابت و متغیر را نشان می دهند.

جدول (۴): مقادیر پارامترهای ثابت

دمای قالب $^{\circ}C$	زمان خنک کاری (s)	زمان تزریق (s)	سرعت تزریق (m/s)	زمان نگهداری (s)	فشار نگهداری (bar)
۳۲	۱۵	۴	۱۹	۲	برابر ۹۰٪ فشار تزریق

جدول (۵): مقادیر پارامترهای متغیر

پارامترها	سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳	سطح ۴	سطح ۵
دمای تزریق ( $^{\circ}C$ )	۲۹۰	۲۹۵	۳۰۰	۳۰۵	۳۱۰
فشار تزریق (bar)	۹۵	۱۰۰	۱۰۵	۱۱۰	۱۱۵

#### ۳- دستگاه تزریق پلاستیک

<sup>۱</sup>- Haixing

<sup>۲</sup>- Notch

### ۷- دستگاه آزمایش ضربه

۱۳	۵۰-ABS/۵۰-PC	۱.۲	۰.۹	۱.۰
۱۴	۵۰-ABS/۵۰-PC	۱.۱	۱.۲	۱.۱
۱۵	۵۰-ABS/۵۰-PC	۱.۲	۱.۴	۱.۳
۱۶	۲۰-ABS/۸۰-PC	۰.۳	۰.۵	۰.۴
۱۷	۲۰-ABS/۸۰-PC	۰.۴	۰.۲	۰.۳
۱۸	۲۰-ABS/۸۰-PC	۰.۴	۰.۴	۰.۴
۱۹	۲۰-ABS/۸۰-PC	۰.۵	۰.۳	۰.۴
۲۰	۲۰-ABS/۸۰-PC	۰.۱	۰.۳	۰.۲
۲۱	ABS/۱۰۰	۰.۳	۰.۳	۰
۲۲	ABS/۱۰۰	۰.۶	۰.۴	۰.۵
۲۳	ABS/۱۰۰	۰.۶	۰.۳	۰.۴
۲۴	ABS/۱۰۰	۰.۴	۰.۴	۰.۴
۲۵	ABS/۱۰۰	۰.۶	۰.۴	۰.۵

آزمون ضربه نمونه‌ها توسط دستگاه آزمایش ضربه مدل (GT-۷۰۴۵MDX) ساخت شرکت گوتچ<sup>۱</sup> تایوان انجام شد. چکش پاندولی این دستگاه انرژی معادل ۲.۷ ژول شاری مطابق با استاندارد ASTM-D۶۱۱۰ از پشت محل شیار به سطح مقطع قطعه وارد می‌کند. کارکرد دستگاه به صورت نیمه اتوماتیک بوده و انرژی کل شکست و انرژی وارد بر سطح مقطع نمونه توسط نمایشگر دیجیتال دستگاه نشان داده می‌شود.

### ۸- مقاومت به ضربه

(همانطور که در جدول (۶) مشاهده می‌شود نمونه شماره ۴ بانوع مواد ترموپلاست ۱۰۰٪ PC بامیانگین میزان استحکام ضربه ایی ۳۰۳۰۴۳ دارای حداکثر استحکام ضربه رادارد. بعد از وارد نمودن مقادیر تست ضربه به نرم افزار، نرم افزار مولفه های موثر بر استحکام شکست نمونه هارا بوسیله نمودار به ما نشان می دهد. همان طور که می بینیم پارامتر دمای تزریق در رتبه نخست، نسبت ترکیب در رتبه دوم و فشار تزریق در رتبه سوم قرار دارد.

جدول شماره (۶): نتایج بدست آمده از آزمایشات میزان ضربه پذیری قطعات

مورد آزمایش

R	نسبت ترکیب مواد (درصد/)	نمونه‌ی شماره ۱ (KJ/m <sup>2</sup> )	نمونه‌ی شماره ۲ (KJ/m <sup>2</sup> )	میانگین نیروی بدست آمده (KJ/m <sup>2</sup> )
۱	PC/۱۰۰	۳.۲	۲.۹	۳.۰
۲	PC/۱۰۰	۲.۸	۲.۹	۲.۸
۳	PC/۱۰۰	۳.۰	۲.۸	۲.۹
۴	PC/۱۰۰	۳.۰	۳.۵	۳.۲
۵	PC/۱۰۰	۳.۳	۳.۱	۳.۲
۶	۶۵-ABS/۳۵-PC	۱.۶	۱.۵	۱.۵
۷	۶۵-ABS/۳۵-PC	۱.۸	۱.۵	۱.۶
۸	۶۵-ABS/۳۵-PC	۱.۸	۲.۴	۲.۱
۹	۶۵-ABS/۳۵-PC	۰.۵	۱.۰	۰.۷
۱۰	۶۵-ABS/۳۵-PC	۱.۲	۱.۲	۱.۲
۱۱	۵۰-ABS/۵۰-PC	۱.۴	۱.۵	۱.۴
۱۲	۵۰-ABS/۵۰-PC	۱.۶	۱.۳	۱.۴

### ۹- تحلیل نتایج آزمایش ضربه

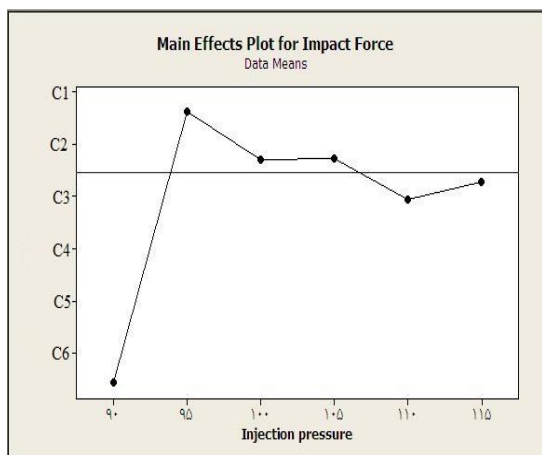
برابر آزمایشات انجام شده بر روی میزان ضربه پذیری قطعات تولیدی مورد بحث در جدول شماره (۶) بیشترین مقدار استحکام ضربه پذیری را قطعات ترموپلاستیکی (پلی کربنات، ۱۰۰٪) دارا می‌باشد. و کمترین میزان ضربه پذیری را نیز ترکیب (اکریلونیتریل بوتادین استایرن ۸۰٪/پلی کربنات ۲۰٪) دارا می‌باشد. بنابراین از نتایج حاصله در جدول شماره (۶) پیداست هرچه میزان بیشتری از مواد اکریلونیتریل بوتادین استایرن به پلی کربنات اضافه گردد میزان ضربه پذیری آن کاهش می‌یابد.

#### ۹-۱- تاثیر دمای تزریق بر روی استحکام ضربه‌ای

از آنجایی که دمای تزریق موثرتری در استحکام ضربه شناخته شد ابتدایه بررسی آن می‌پردازیم. همان‌طور که در شکل (۳) دیده می‌شود، در محدوده دمایی A1 (۳۰۵ درجه سانتی‌گراد) بیشترین استحکام ضربه وجود دارد و کمترین مقدار آن در A5 (۳۱۰ درجه سانتی‌گراد) می‌باشد. می‌توان نتیجه گرفت که افزایش دما باعث ایجاد عیوب در زنجیره‌های مولکولی پلیمر شده که این خود نیز گسست آن را راحت‌تر می‌کند.

<sup>1</sup> - Gotech

همان‌طور که در تصویر (۵) ملاحظه می‌شود با افزایش فشار تزریق در نقاط C1 و C2 و از ۹۰ تا ۹۵ بار استحکام ضربه‌ای بشدت افزایش داشته گرچه این افزایش با زیاد شدن بیشتر فشار تا ۱۱۵ بار ادامه دارد اما سیر صعودی آن بطور سینوسی نزول می‌کند در نتیجه می‌توان گفت بیشترین استحکام ضربه ، فشار تزریق در محدوده ۹۵ بار حاصل می‌شود. که این تاثیر میتواند بعلت ایجاد بهتر اختلاط و تراکم مواد باشد.

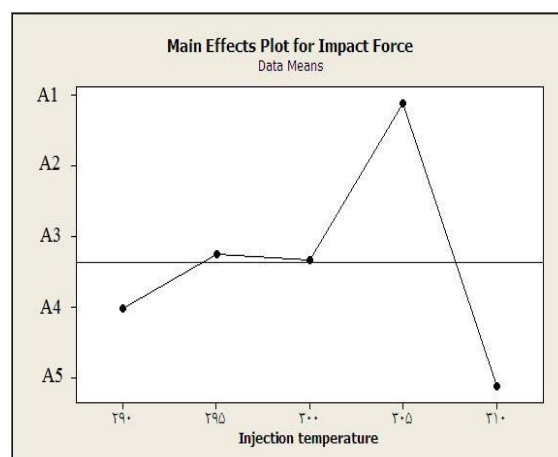


تصویر (۵): تاثیر فشار تزریق بر روی استحکام ضربه

#### ۱- نتایج بدست آمده

۱- برابر داده‌های بدست آمده حاصل از آزمایشات ضربه نتایج بدین‌گونه بوده است که اکریلونیتریل بوتادین استایرن به علت عدم انعطاف و حالت پذیری و سختی بالا دارای میزان ضربه‌پذیری کمتری نسبت به پلی کربنات می‌باشد و درحین آزمایش دچار شکستگی ترد می‌گردند که این مسئله مارا براین می‌دارد که در کاربردهایی که نیاز به میزان ضربه‌پذیری بالا می‌باشد بهتر است از پلی‌کربنات خالص و یا درصد اختلاط بیشتری از آن در اکریلونیتریل بوتادین استایرن استفاده کنیم.

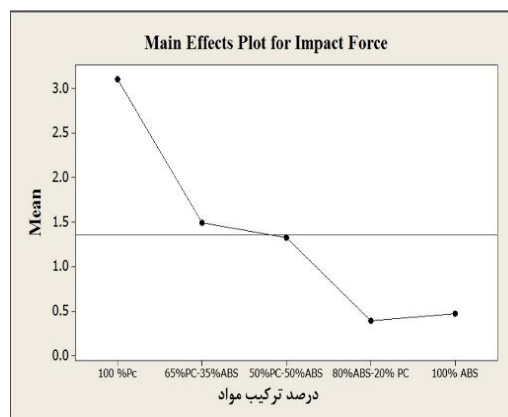
۲- برابر داده‌های بدست آمده حاصل از آزمایشات ضربه نتایج بدین‌گونه بوده است که بیشترین تاثیر در میزان ضربه‌پذیری در دماهای تزریق را می‌توان در بازه ۳۰۰ تا ۳۰۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده کرد . که این مهم بیانگر این نکته می‌باشد که بهترین دمای ذوب جهت تولید قطعات مورد آزمایش حاصل از این ترکیب در دمای ۳۰۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و کمترین استحکام ضربه‌ای را نیز در دمای ۳۱۰ درجه سانتی‌گراد می‌توان مشاهده کرد که این مهم بیانگر این مسئله می‌باشد اگر در فرآیند تولید قطعات مورد بحث از دمای



تصویر (۳): تاثیر دمای تزریق بر روی استحکام ضربه

#### ۲-۹- تاثیر نسبت ترکیب بر روی استحکام ضربه

با توجه به نمودار تصویر (۴) ملاحظه می‌شود که در محدوده ۰.۳ ترموپلاست (پلی کربنات ۱۰۰٪) از لحاظ میزان ضربه‌پذیری بهترین شرایط را دارا می‌باشد و با اضافه شدن اکریلونیتریل بوتادین استایرن به پلی کربنات خاصیت ضربه‌پذیری آن به شدت کاهش می‌یابد و همانگونه پیداست با توجه به نمودار فوق ترکیب (اکریلونیتریل بوتادین استایرن ۸۰٪/پلی کربنات ۲۰٪) کمترین میزان استحکام ضربه‌پذیری را دارا می‌باشد . به‌گونه‌ای که مواد (اکریلونیتریل بوتادین استایرن ۱۰۰٪) از لحاظ میزان ضربه‌پذیری شرایط بهتری داراست پس نتیجه می‌گیریم هرچه درصد بیشتری از مواد اکریلونیتریل بوتادین استایرن با مواد پلی کربنات ترکیب شود خاصیت ضربه‌پذیری این آلیاژ کاهش می‌یابد و در واقع پیداست جهت کاربردهایی که در صنعت نیاز به ضربه‌پذیری می‌باشد این ترکیب ایده‌آل نمی‌باشد .



تصویر (۴): تاثیر نسبت ترکیب بر روی استحکام ضربه‌ای

#### ۳-۹- تاثیر فشار تزریق بر روی استحکام ضربه‌ای

[6]- Liang Ruifeng and K.Gupta Rakesh , (2002) , processing and characterization of recycle pc/abs blends with high recycle content ,Department of Chemical Engineering and Constructed Facilities CenterWest Virginia University, Morgantown, (May 5-9, , San Francisco, California), Vol.3, pp.2948-2952 .

[7]- Liu Yanqin . Li Haoxue . Ding Xuejia . Zhu Jieke . Zhang Long . Pan Wei . Cai Ruilong , (2014) , Effect of the compatibilizers on polycarbonate (PC) /acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS) blend , American Journal of Materials Research, 48-52 .

[8]- Perret Birgit . Schartel Bernhard , (2009) ,The effect of different impact modifiers in halogen-free flame retarded polycarbonate blends – I. Pyrolysis , Polymer Degradation and Stability, 2194–2203.

[9]- Rafizadeh Mehdi , Morshedian Jalil, Ghasemi Ismail and Bolouri Alireza. (2005) , Experimental Relationship for Impact Strength of PC/ABS Blend Based on the Taguchi Method . Iranian Polymer Journal , 881-889.

[10]- Rahimi Mohammad . Esfahanian Mohsen . Moradi Mehran, (2014) , Effect of reprocessing on shrinkage and mechanical properties of ABS and investigating the proper blend of virgin and recycled ABS in injection molding , Journal of Materials Processing Technology 6-17.

بهینه بدست آمده بالاتر برویم بدلیل تخریب زنجیره‌های مولکولی مواد پلیمری استحکام ضربه‌ای خود را از دست می‌دهند .

۳- همچنین برابرداده‌های بدست آمده حاصل از آزمایشات ضربه می‌توان نتیجه گرفت که بهترین فشار تزریق جهت تولید قطعات مورد آزمایش حاصل از این ترکیب در بازه‌ی ۹۵ تا ۹۰ بار می‌باشد . بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که هر چه تراکم و اختلاط این مواد در حین تزریق از مقدار بهینه بدست‌آمده بالاتر باشد میزان استحکام ضربه‌ای قطعات تولیدی نیز افت می‌کند می‌رود .

#### ۱۱-فهرست مراجع

[۱]- باقری،۱۳۸۸، تکنولوژی پلیمرها، دانشگاه صنعتی اصفهان ، جلد ۲.

[۲]- رضواند، سیدعبدالمحمد، ۱۳۹۲، جزوه تکنولوژی پلاستیک پیشرفته ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول.

[3]- Balart R ، López J ، Garcia Sanoguera David ، Salvador M. D ، (2005) ، Recycling of ABS and PC from electrical and electronic waste. Effect of miscibility and previous degradation on final performance of industrial blends ، European Polymer Journal ، 2150–2160.

[4]- Jin D. W . Shon K. H . Jeong H. Mn . Kim B. K ، (1998) ، Compatibility Enhancement of ABS/Polycarbonate Blends ، Journal of Applied Polymer Science, 533–542 .

[5]- Krache Rachida ، Debbah Ismahane. (2011) ، Some Mechanical and Thermal Properties of PC/ABS Blends. Materials Sciences and Applications ، 404-410.