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

یوسف گرامی[۱]، سید عبدالمحمد رضاوند[۲*]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد ساخت و تولید، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول ، ایران
[۲] استادیار، گروه ساخت و تولید، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول ، ایران

پذیرش: زمستان ۹۷ پذیرش: بهار ۹۹

چکیده

دراین پژوهش به بررسی تجربی خواص ضربه‌پذیری قطعات تولید شده از جنس ترموپلاست های اکریلونیتریل بوتادین استایرن[۱] و پلی کربنات[۲] در پنج سطح ترکیبی با فشار تزریق، دمای تزریق ، سرعت تزریق مشخص ودمای نگهداری ثابت پرداخت شده‌است که پس از آزمایش قطعات تولیدی ، داده‌هایی بدست آمده به وسیله‌ی نرم‌افزار مینی تب ۱۶ وبه روش تاگوچی تحلیل وبررسی شده است که نتایج بدین گونه بوده که اکریلونیتریل بوتادین استایرن به علت عدم انعطاف‌پذیری ، حالت‌پذیری و سختی بالا دارای میزان ضربه‌پذیری کمتری نسبت به پلی کربنات می‌باشد و در حین آزمایش دچارشکستگی ترد می‌گردد .

* **عهده‌دار مکاتبات:** m_rezavand@yahoo.com

واژگان کلیدی: اختلاط پلیمرها، پلی‌کربنات ،اکریلونیتریل بوتادین استایرن ، مقاومت ضربه‌ای

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 minifrection 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**

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1399.7.1.6.3]

۱-مقدمه

ترکیب نمودن پلیمرها یک روش موثروکارآمد جهت دستیابی به خواص مکانیکی بهینه جهت کاربرد آنهادر صنایع مختلف می باشدازاین رو بعلت خواص ویژه دو ماده پلیمری پلی کربنات و اکریلونیتریل بوتادین استایرن مخلوط این دو ماده پلیمری در یک دهه اخیر با استقبال و کاربرد فرواونی برخوردار بوده است [۱]. طی نتایجی که از آزمایش بر روی قطعات تولیدشده از ترکیب ABS[1] /PC[2]استخراج شده است چنین نشان می دهد که جهت دستیابی به یک پلیمر با میزان خواص مکانیکی مطلوب معمولانیازمند به سازگارکننده ای جهت افزایش نیروی چسبندگی بین رزین ABSو PCمی باشد [۲]. این به این دلیل است که رطوبت پذیری وانرژی سطحی بین ، PC و رزین ABS ضعیف وکم است. و دلیل این رخداد را نیز اینگونه می توان بیان کرد که PC و ABS کاملا امتزاج پذیرنیستند [۷]. در این مقاله به تحقیقات ، آزمایشات و نتایجی که سایرمحقیقین پیرامون خواص فیزیکی ، مکانیکی به ویژه خواص ضربه ایی قطعات تولید شده حاصل ازترکیب 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 ترکیبPC/ ABS

مخلوط های پلی کربنات ها و اکریلونیتریل بوتادین استایرن از جنبه های مختلف توسط محققین متعدد مورد مطالعه قرار گرفته است . رادولف [3]و چو[4]، کاربرد انواع مختلف اکریلونیتریل بوتادین استایرن ، و نسبت های ترکیبی مختلف این دو ماده ترموپلاستیک جهت دستیابی به نتایج متعدد ازقبیل خواص فیزیکی و مکانیکی آنها را مورد آزمایش و بررسی قرار داده اندو این دو مواد پلیمری را با استفاده از سه نمونه از اکریلونیتریل بوتادین استایرن با گریدهای مختلف و(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 براساس گرید های مختلف ABS را مورد بررسی قرار دادند . سطح مطلوب هریک از شاخص های موثربر میزان خواص مکانیکی واستحکام 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 بعلت 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].

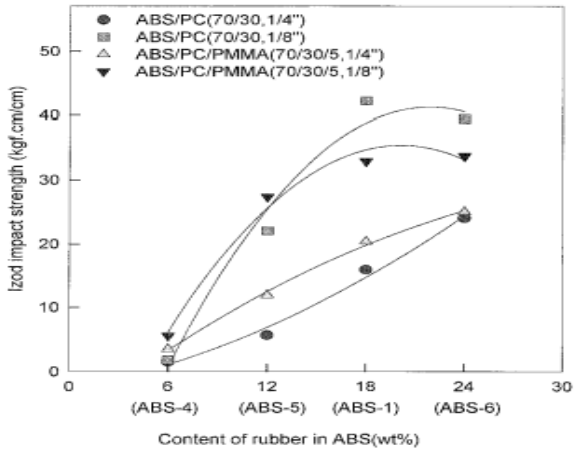
جدول شماره (۱): نتایج بدست آمده حاصل از فرآیند تولید قطعات بر خواص ضربه پذیری قطعات تولیدی از ترکیبPC/ABS [۹].

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

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 تصویرشماره (۱) قابل مشاهده است میزان مقاومت ضربه ای ایزود در مخلوط های دو ماده PC/ABSدر نمونه آزمایش شیار۱/۴ اینچی خیلی رضایت بخش نیست ولیکن در ادامه میتوان دید با اضافه شدن PMMA به این دو ماده پلاستیکی میزان مقامت 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) درنمونه آزمایشی با شیار۱/۸اینچی استحکام ضربه ای قطعات تولیدی بهتر و مطلوب تر از قطعات قبلی است [۴].



تصویر (۱) :تحلیل نتایج استحکام ضربه ای بر روی قطعات پلیملری باترکیب PC/ABSو PMMAPC/ABS/ 1 بر اساس ۱/۴و۱/۸ایزود [۴].

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

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.20089813.1399.7.1.6.3]

بااین وجودرتبه بندی وهمچنین ترتیب مقدارکاهش وزن مولکولی،این فرض رااثبات میکند.میتوان نتیجه گرفت که درمقایسه با PC / ABS PTFE TMC – BDP وPC / ABS PTFE+ BDP تنزل قابل توجهی از PC توسط اسید فسفریک رها شده درBEP ترکیبی درطول پردازش در PC / ABS PTFE+ BEP ایجاد شده است .آزمون قدرت ضربه شارپی،مقدارانرژی رابر حسب واحدسطح مشخص می کندکه توسط ماده درحین شکست جذب شده است.نتایج حاصل، شبیه به نتایجی است که قبلابرای گرانروی (چسبندگی)، بررسی کشش ومدول خمش بدست آمده بود.نمونه های بدون شکاف به جزدر PC / ABS PTFE+ BEP شکسته نشدند.نمونه های شعله عقب انداز(طول شعله)شکاف دار پس از PC ABS PTFE /درطول شکست انرژی کمتری را جذب کرده اند.ترکیباتی باTMC- BDP و BDP موجب کاهش شفاف یکسانی درمقایسه باPC / ABS PTFE درآزمون های قدرت ضربه شارپی می گردند،اماترکیبی با BEP انرژی بسیارکمی برای شکست نیاز دارد. [۸].

سوارز [1]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].

۲-۳-بررسی میزان ضربه پذیری ترکیب مواد پلیمریABS /PC 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 واکریلونیتریل 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].

۲-۴-مقایسه میزان استحکام ضربه ای قطعات تولید شده از مواد اصلی و مواد بازیافتی حاصل از ترکیبPC/ ABS

آقایان بالارت ، لوپز ، 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/ ABSکه البته در اینجا با اختلاط حاصل ازضایعات و پسماندهای دو ماده پلی کربنات و اکریل ونیتریل بوتادین استایرن را بمدت ۴ ساعت در خلاء و دردمای ۸۰ تا۱۲۰ درجه سانتیگراد خشک و رطوبت آنان کاملا گرفته شده است . [۳].

در ادامه طی آزمایشاتی که آقای رافینگ لیانگ [2]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 MWبالاتر، ویسکوزیته ی مذاب ترکیبی رابه طور چشم گیری کاهش می دهد.که ممکن است این میزان افت گرانروی 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 درادامه با افزودن PC ۱۰٪ خالص به ترکیب PC/ABSویسکوزیته ی مذاب تا حدودی بهبود یافته ولی با این حال گرانروی مذاب حاصل از اختلاط مواد بازیافتی بسیارکمتر از مذاب حاصل از اختلاط مواد PC/ABSخالص می باشد ولیکن می بایست توجه داشت که ترکیبات PC/ABS بازیافتی خاصیت ضربه پذیری بهتری نسبت به PC/ABSخالص را دارند.داده های حاصل از آزمایش مواد تولید شده از ترکیب دوماده یPC/ABSدرجدول (۴) نمایش داده شده است[۶]. یافتن یک ترکیب مناسب از ABS دست نخورده وبازیافت شده که دارای بهترین خصوصیات مکانیکی است و انقباض کمتربدین گونه است که مخلوط های۲۰ ٪و۳۵٪و۵۰٪ موادبازیافتی با گرانول اولیه مواد پلیمردست نخورده موردآزمایش قرارگرفتند .نتایج نشان می دهدکه با افزایش موادبازیافتی انقباض کاهش می یابد.براین اساس،مخلوط مناسب برای حداقل انقباض ۵۰ ٪است درحالیکه بهترین خصوصیات مکانیکی باترکیب ۲۰ ٪قابل دستیابی است [۱۰]. جهت تولید قطعات مورد آزمایش طبق جداول بدست آمده توسط نرم افزار Minitab ۱۶ برای طراحی آزمایش به روش تاگوچی بکارگرفته شده است . قطعات تولید شده ازجنس ترموپلاستیکهای (PC/ABSدر ۵ سطح و با نسبت های ترکیبی جداگانه ۲۰٪ PC و۸۰٪ABS وPC ۱۰۰٪ و ABS ۱۰۰٪ و۶۵٪ PC و۳۵٪ABS و PC ۵۰٪ و۵۰٪ABS مورد بررسی قرارگرفتکه گرانول های مواد اولیه در تصویرشماره (۲) نمایش داده شده است . و درقالب استانداردتولیدو این قطعات جهت آزمایش ضربه[3] برابر استاندارد ASTM-D ۱۱۰ توسط دستگاه مربوطه موردآزمایش قرارگرفته شده است،تعدادکل نمونه[4] های تولیدی برای این آزمایش ۷۵ عدد می باشدکه ازروش تاگوچی L ۲۵ برای طراحی آزمایش استفاده شده است.

[1] -suarez

[2] - Liang Ruifeng

[3] - Impact test

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1399.7.1.6.3]



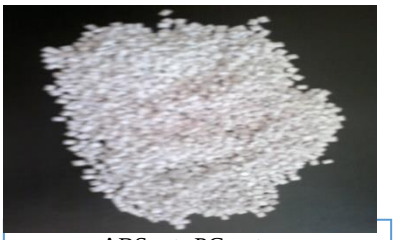
ABS ٪۱۰۰ماده



PC٪۱۰۰ ماده



ماده ٪۲۰ PC و٪۸۰ABS



ماده ٪۶۵ PC و٪۳۵ABS



ماده ٪۵۰ PC و٪۵۰ABS

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

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

جدول(۳):نمونه‌های پیشنهادی روش آماری تاگوچی

ردیف	درصدترکیب 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

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1399.7.1.6.3]

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 ۲۹۰ C ° تا ۳۱۰ C ° در پنج سطح در نظر گرفته شده است . دلیل عدم انتخاب دماهای پایین تر از ۲۹۰ C ° ،به خاطر پر نشدن حفره قالب و رگه رگه شدن نمونه ها به دلیل گرانروی پایین مذاب و سرد شدن مواد در نمونه های با درصد پلی کربنات، در دماهای کمتر بود. و دلیل عدم انتخاب دماهای بالاتر از ۳۱۰ C ° بخاطر سوختن مواد در نمونه های با درصد بالای ABS بود. همچنین دمای سطح قالب برابر با دمای محیط ۲۰درجه 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 ۱۹ m/s برا ی تزریق کلیه نمونه ها در نظر گرفته شده است . جدول(۴)و جدول(۵) مقادیر در نظر گرفته شده برای پارامتر های ثابت و متغییر را نشان می دهند.

جدول(۴): مقادیرپارامترهای ثابت

دمای قالب ° 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) :مقادیرپارامترهای متغییر

پارامترها	سطح ۱	سطح۲	سطح۳	سطح۴	سطح۵
دمای تزریق (° C)	۲۹۰	۲۹۵	۳۰۰	۳۰۵	۳۱۰
فشار تزریق (bar)	۹۵	۱۰۰	۱۰۵	۱۱۰	۱۱۵

۳-دستگاه تزریق پلاستیک

جهت تزریق و ساخت نمونه‌های مورد آزمایش ، ازیک دستگاه تزریق پلاستیک مدل(HXF-۸۸) ساخت شرکت هایگزینگ[1] کشور چین با ظرفیت تزریق ۱۴۰ گرم و توناژ گیره ۸۸ تن استفاده شد .پانل این‌دستگاه بصورت نیمه‌اتوماتیک 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 برده‌شد، اندازه حفره قالب برای آزمایش خمش حرارتی مطابق با استاندارد ASTM-D۶۴۸ وبرای آزمایش ضربه مطابق استاندارد ASTM-D۶۱۱۰ ساخته شده است البته نمونه‌های تولید شده‌تست ضربه فاقد ناچ بوده که عملیات ناچ‌زنی پس ازتولید نمونه‌ها انجام خواهدشد .

۵-ماشین فرز

برای ایجاد شیار[2]برروی 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 متغییر ، طراحی آزمایش به روش تاگوچی 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 ازرسیدن 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 ازتولید 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 .

[1]- **Haixing**
[2]- **Notch**

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.20089813.1399.7.1.6.3]

۷-دستگاه آزمایش ضربه

آزمون ضربه نمونه‌ها توسط دستگاه آزمایش ضربه مدل (GT-۷۰۴۵MDX) ساخت شرکت گوتچ[1] تایوان انجام شد. چکش پاندولی این دستگاه انرژی معادل ۲.۷ ژول شارپی مطابق با استاندارد ASTM-D۶۱۱۰ از پشت محل شیار به سطح مقطع قطعه وارد می‌کند . کارکرد دستگاه به صورت نیمه اتوماتیک بوده وانرژی کل شکست و انرژی وارد بر سطح مقطع نمونه توسط نمایشگر دیجیتال دستگاه نشان داده می‌شود .

۸-مقاومت به ضربه

(همانطورکه درجدول (۶) مشاهده می شود نمونه شماره ٤ بانوع مواد ترموپلاست ٪۱۰۰ Pc بامیانگین میزان استحکام ضربه ایی ۳۰۴۳ ، ۳ دارای حداکثراستحکام ضربه رادارد . بعدازوارد نمودن مقادیرتست ضربه به نرم افزار، نرم افزار مولفه های موثربراستحکام شکست نمونه هارا بوسیله نمودار به ما نشان می دهد . همان طورکه می بینیم پارامتر دمای تزریق در رتبه نخست ، نسبت ترکیب دررتبه دوم وفشارتزریق دررتبه سوم قراردارد.

جدول شماره(۶):نتایج بدست آمده از آزمایشات میزان ضربه‌پذیری قطعات مورد آزمایش

R	نسبت ترکیب مواد (درصد٪)	نمونه‌ی شماره۱ (KJ/m^2)	نمونه‌ی شماره۲ (KJ/m^2)	میانگین نیروی بدست آمده (KJ/m^2)
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
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

۹-تحلیل نتایج آزمایش ضربه

برابرآزمایشات انجام شده برروی میزان ضربه‌پذیری قطعات تولیدی مورد بحث در جدول شماره (۶) بیشترین مقدار استحکام ضربه‌پذیری را قطعات ترموپلاستیکی (پلی کربنات٪۱۰۰) دارا می‌باشد . وکمترین‌میزان ضربه پذیری را نیز ترکیب(اکریلونیتریل بوتادین استایرن۸۰٪ باپلی‌کربنات۲۰٪) 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 .

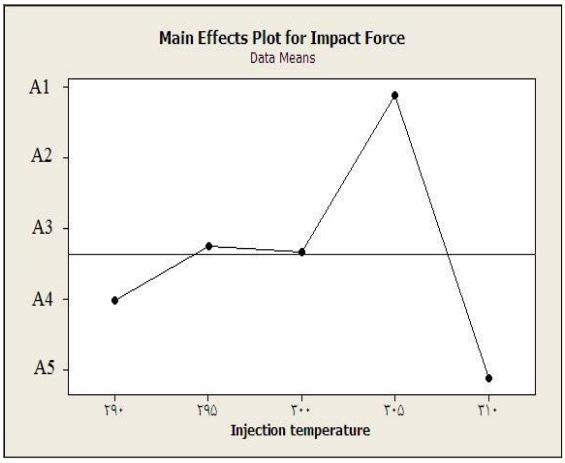
۱-۹-تاثیردمای تزریق برروی استحکام‌ضربه‌ای

ازآنجایی که دمای تزریق موثرتری دراستحکام ضربه شناخته شد ابتدابه بررسی آن می‌پردازیم . همان‌طور که در شکل (۳) دیده می‌شود، در محدوده دمایی۱A (۳۰۵ درجه سانتی‌گراد)بیشترین استحکام ضربه وجود دارد و کمترین مقدار آن در۵A (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.

[1]- **Gotech**

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

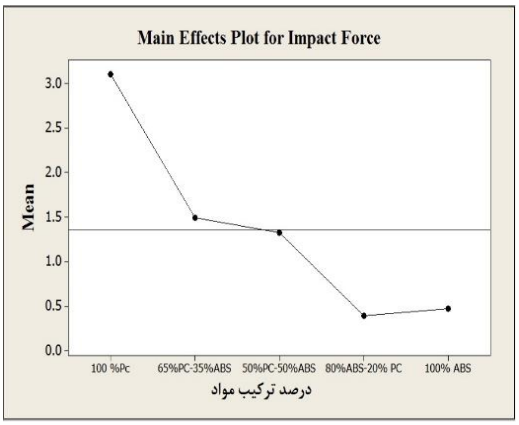
[DOR: 20.1001.1.20089813.1399.7.1.6.3]



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

۲-۹-تاثیر نسبت ترکیب بر روی استحکام ضربه

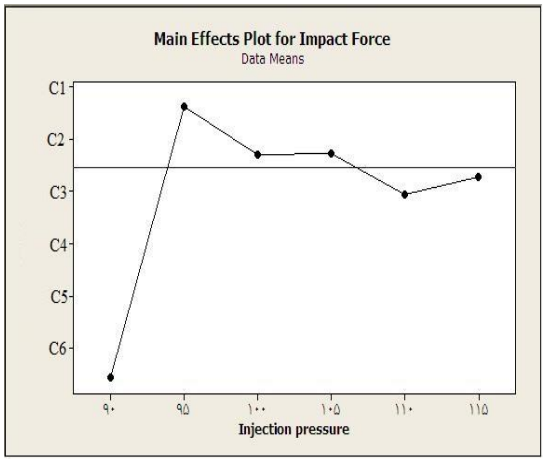
با توجه به نمودار تصویر(۴)ملاحظه میشود که در محدوده ۰.۳ ترموپلاست (پلی کربنات٪۱۰۰) از لحاظ میزان ضربه‌پذیری بهترین شرایط را دارا می‌باشد وبا اضافه شدن اکریلونیتریل بوتادین استایرن به پلی کربنات خاصیت ضربه‌پذیری آن به شدت کاهش می‌یابد و همانگونه پیداست با توجه به نمودار فوق ترکیب (اکریلونیتریل بوتادین استایرن ۸۰٪با پلی‌کربنات۲۰٪) 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 درصنعت نیاز به ضربه پذیری می‌باشد این ترکیب ایده‌آل نمی‌باشد .



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

۳-۹-تاثیرفشارتزریق برروی استحکام‌ضربه‌ای

همان‌طورکه در تصویر(۵) ملاحضه می‌شود با افزایش فشارتزریق در نقاط C۱ وC۲ از ۹۰ تا۹۵ بار استحکام ضربه‌ای بشدت افزایش داشته گرچه این افزایش با زیاد شدن بیشتر فشارتا ۱۱۵ بار ادامه دارد اما سیر صعودی آن بطور سینوسی نزول می‌کند در نتیجه می‌توان گفت بیشترین استحکام ضربه ، فشارتزریق 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

۱۰-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 حالت‌پذیری و سختی بالا دارای میزان ضربه‌پذیری کمتری نسبت به پلی کربنات می‌باشد ودرحین آزمایش دچارشکستگی ترد می‌گردند که این مسئله مارا براین می‌داردکه در کاربردهایی‌که نیازبه میزان ضربه‌پذیری بالا می‌باشد بهتراست از پلی‌کربنات خالص و یا درصد اختلاط بیشتری از آن دراکریلونیتریل بوتادین استایرن استفاده کنیم.

۲- برابر داده‌های بدست آمده حاصل از آزمایشات ضربه نتایج بدین‌گونه‌بوده 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 می توان مشاهده کرد که این مهم بیانگر این مسئله می‌باشد اگر درفرآیند تولید قطعات مورد بحث از دمای

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1399.7.1.6.3]

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 قطعات‌مورد 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]- رضاوند، 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.

[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.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1399.7.1.6.3]