بررسی تجربی و شبیه سازی شده اثرنوع و هندسه دریچه تزریق، سرعت تزریق و دمای مذاب بر میزان انقباض ونحوه اعوجاج قطعات مستطیلی تخت تولیدشده از ترموپلاستیک ABS و PP به روش قالبگیری تزریقی

یوسف عباسی الیاسی[۱]، سیدعبدالمحمد رضاوند[۲*]

[۱] دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه مهندسی مکانیک، دانشکده فنی و مهندسی، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی،دزفول، ایران
[۲]استادیار، گروه مهندسی مکانیک، دانشکده فنی و مهندسی، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی،دزفول، ایران

دریافت: پاییز ۹۶ پذیرش: پاییز ۹۷

چکیده

هدف این تحقیق، بررسی آزمایشگاهی و شبیه‌سازی شده اثر استفاده از دو نوع دریچه گلویی و مثلثی و عوامل فرآیند سرعت تزریق و دمای مذاب بر میزان انقباض و نحوه اعوجاج قطعات تخت مستطیلی در قالب‌گیری تزریقی ترموپلاستیک‌های -آکریلونیتریل بوتادین استایرن و پلی‌پروپیلن می‌باشد. از دریچه مثلثی متصل به یک سمت قطعه مستطیلی و دریچه گلویی متصل به وسط قطعه استفاده گردید. قطعات در دمای مذاب و سرعت تزریق مختلف تولیدشده و همین شرایط توسط نرم‌افزار Moldflow نیز شبیه‌سازی گردید. انقباض اضلاع قطعات و اعوجاج سطح قطعات توسط کولیس و ساعت اندازه‌گیری تعیین گردید. نتایج نشان داد که نوع دریچه اثر قابل توجهی بر اعوجاج قطعات داشته و اعوجاج قطعات دارای دریچه مثلثی، کمتر است.

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

کلمات کلیدی: قالبگیری تزریقی، پلی‌پروپیلن، آکریلونیتریل بوتادین استایرن، دریچه تزریق

۱- مقدمه

قالب گیری تزریقی که در اینجا مطرح گردیده است، یکی از پرکاربردترین روش های علمی ساخت قطعات پلاستیک می باشد. اساس کار این روش تزریق با فشار پلاستیک نرم شده در دمای بالای به یک حفره به شکل قطعه بوده نوع هندسه دریچه تزریق از پارامترهای مهم و مؤثر در کیفیت نهایی قطعه است. نوع و محل دریچه تزریق بر خواص و هندسه قطعه نهایی تاثیر دارد. همچنین گلویی اسپرو، گلویی لبه ای، گلویی دیسکی، گلویی حلقه ای، گلویی تونلی و گلویی زیر آبی که از دو نوع گلویی اسپرو، گلویی لبه ای به کار برده شده است. دارای مزایای: خطوط برخورد ندارد، این نوع دریچه برای ایجاد یک جریان یکنواخت در قسمت حفره قالب و جدا شدن اسان از طقعه بدون اینکه روی آن اثر بگذارد.

اعوجاج یک عیب در قطعات پلاستیک تزریق بوده که معمولا برای قطعات با طول زیاد و دارای ضخامت مختلف به وجود می-آید. قطعه پس از تزریق، از نظر ابعادی، هندسه و زوایا تغییر می‌کند. اعوجاج قطعات تزریق شده به شدت به پدیده انقباض مواد وابسته است. زمانی که در قطعه انقباض به صورت غیر یکنواخت انجام گیرد، اعوجاج رخ می دهد. در حالتی که اگر انقباض به صورت یکنواخت باشد این مشکل به حداقل می‌رسد. اعوجاج از مهم‌ترین عیوب قطعات قالبگیری تزریقی به‌ویژه در قطعات با ضخامت کم بوده و امکان پیش‌بینی و کنترل آن قبل از ساخت و صرف هزینه، همواره از موضوعات مورد توجه بوده است. با مقایسه فرآیندهای پر کردن در شرایط متفاوت می توان نتیجه گرفت که مجموعه بزرگ تری از سرعت تزریق منجربه نرخ پر کردن سریع تر شد و هیچ ارتباط بدیهی میان نرخ پر کردن با فشار تزریق وجود ندارد. روی هم رفته، دریچه ، موجب سرعت تزریق و پر شدن کم می شود. فشار نگهداری به‌عنوان مهم‌ترین پارامتر تأثیرگذار بر روی انقباض تعیین شده که افزایش آن موجب کاهش انقباض در دو راستای صفحه‌ای و نیز راستای ضخامت می‌گردد. میزان تأثیر پارامترهای دمای قالب و مذاب نیز کمتر بوده‌است. نتایج حاکی از انقباض کم‌تر قطعات با دریچه تزریق باریک‌تر در شرایط فرآیندی ثابت دیگر بود. انقباض متقارن در تولید قطعه با دریچه ضخیم دست نیافتنی است. نتایج آن‌ها شامل بررسی بر روی سیستم خنک‌کاری قالب، مراحل فرآیند تزریق، خواص ویسکوالاستیک، میزان کریستاله شدن و PVT ماده بود. نتایج حاکی از اعمال کمی و کیفی بین نتایج تجربی و تحلیلی بود. در تحقیقات انجام

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1396.4.3.1.1]

شده از چهار دریچه تزریق و سه نوع مواد گرما نرم دارای الیاف مختلف استفاده گردید. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که دمای مایع خنک کننده فشار تزریق و درصد الیاف شیشه از مهم ترین عوامل موثر در کاهش اعوجاج و انقباض قطعه بوده اند.
هدف این تحقیق، تعیین اثر سرعت تزریق و دمای مذاب و محل و هندسه دریچه تزریق بر میزان انقباض و نحوه اعوجاج قطعات می‌باشد.

۲- تاریخچه

اعوجاج در فرآیند تزریق پلاستیک که به‌طور گسترده برای تولید قطعات پلاستیکی استفاده می‌شود، از مهم‌ترین عیوب تولیدی به‌ویژه در قطعات با اضخامت کم می‌باشد و امکان پیش‌بینی و کنترل آن قبل از ساخت و صرف هزینه، همواره از موضوعات مورد توجه بوده است. تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه صورت گرفته است پنجانگ و همکاران در سال ۲۰۱۴ برای تولید قطعات در این پژوهش از سه دریچه مستطیلی شکل با اندازه های مختلف استفاده شده است. حفره قالب مورد استفاده در این مطالعه شامل یک نمونه کششی با یک راهگاه می باشد. شکل هندسی و ابعاد مدل نشان داده شده است. که بر اساس استاندارد ISO 521-2:2012 طراحی و ساخته شده است.

گفتنی است که دریچه حفره قابل جایگزینی است. سه دریچه با ابعاد مختلف در این آزمایش انتخاب شدند که دریچه ها دارای طول یکسان(دو میلی متر) اما با پهنا و عمق متفاوت هستند. بر اساس اندازه مقطع عرض نموده آنها به ترتیب دریچه s(کوچک)، دریچه m(متوسط) و دریچه L(بزرگ) نامیده شدند. وقتی فرآیند قالب گیری پلاستیک در حفره و کانال جریان بسته انجام می شود، فرآیند ذوب و پر کردن ذوب، سفت سازی و خنک کردن همگی نامرئی هستند. مربع مستطیل در تصویر منطقه ای را نشان می دهد که می تواند از طریق پنجره کنترل دیده شود همچنین نتایج آزمایشات آنها نشان داد که دما و سرعت تزریق در نحوه پرشدن قالب تاثیر زیادی دارد. با مقایسه فرآیندهای پر کردن در شرایط متفاوت می توان نتیجه گرفت که مجموعه بزرگ تری از سرعت تزریق منجربه نرخ پر کردن سریع تر شد و هیچ ارتباط بدیهی میان نرخ پر کردن با فشار تزریق وجود ندارد. روی هم رفته، دریچه کوچک تر از معمول مانند دریچه S، موجب سرعت تزریق و پر شدن کم می شود.
نتیجه گیری براساس آزمایشات تجسم قالب گیری تزریق و مشاهدها فشار پس ماندها، نتایج زیر استخراج می شوند. (۱) اندازه ی گیت یک عامل مهم است که بر عملکرد پر کردن تاثیر می گذارد گیت کوچکتر از حد معمول باعث بیرون ریختن و کاهش سرعت پر کردن خواهد شد، و احتمالا محصولات تزریقی کوچکی را تولید می کند. اگر دریچه به اندازه کافی بزرگ باشد، سرعت پرکردن، ثبات جریان و تمامیت محصولات، همگی بهبود خواهند یافت. علاوه بر این، این تاثیرات در شرایط پردازش دو برابر می شوند، تغییر سرعت تزریق و درجه حرارت و مانع تجزیه تغییر در عملکرد پرکردن می شود. (۲) گیت به صورت پیشگیری بر بزرگی و توزیع فشار پس ماندها تاثیر می گذارد. ممکن است فشار کمتری تولید کند. با مقایسه ی انجام شده بین این سه گیت، می توان در مقاله ی حاضر تشخیص داد که گیت کوچکتر از حد معقول تاثیرات نا سازگار زیادی بر فرآیند پر کردن و فشار پس ماندها دارد. با این حال براساس نتایج سنتی، گیت بزرگتر بهتر نیست، مطالعات بیشتری نیاز است تا به بررسی این موضوع بپردازند.
پیمان شاهی و همکارانش در سال ۱۳۸۸ این تحقیق از نرم افزار MoldFlow برای بهینه سازی فرآیند تزریق و با هدف کاستن میزان اعوجاج در یک قطعه حساس و دقیق استفاده شده است.
پارامترهای دمای قالب، دمای مذاب، زمان تزریق، فشار و زمان نگهداری به عنوان پارامترهای فرآیند متغیر و پارامترهای موقعیت و شکل دریچه تزریق به عنوان پارامترهای طراحی در نظر گرفته شده اند.
با توجه به اهمیت تولید قطعات با ابعاد دقیق، بررسی و کنترل این دو پارامتر در قطعات دقیق در دور توجه خواهد بود. ضخامت قطعه صنعتی در نظر گرفته شده نیز نسبت به کارهای قبل، زیاد و متغیر می باشد که کنترل پدیده اعوجاج را با دشواری بیشتر روبرو می کند.
به منظور بررسی محل و شکل دریچه تزریق مناسب برای به حداقل رساندن میزان اعوجاج در لبه، چند مدل برای سیستم تغذیه براساس معیارهای متداول ذکر شده و در نرم افزار MoldFlow مدل شده است. ابعاد دریچه تزریق نیم دایره ای و مستطیلی در نظر گرفته شده به گونه ای است که دریچه های تزیق مورد نظر مقداری قطر هیدرولیکی معادل یکسان داشته باشند.
در نتیجه ابعاد گیت مستطیلی ۶×۱۲ میلی متر و قطر گیت نیم دایراه ای ۱۲/۸ میلی متر در نظر گرفته شده است. مدل سیستم خنک کاری نیز برای هر سه حالت مختلف دریچه تزریق مناسب در نظر گرفته شده است. لبه مورد بررسی در قطعه منتهی گردیده است. مدل دقیق بودن لبه با توجه به کاربردهای آن می باشد، به این معنا که به خصوص دارای کمترین تورفتگی در ناحیه z کمترین برآمدگی در راستای نسبت به خط متصل کننده دو سر لبه باشد. برای به دست آوردن مقدار تو رفتگی لبه نسبت به خط متصل کننده دو گوشه، تمامی گروه های واقع بر لبه در نظر گرفته شد. تغییر فرم لبه در راستای Z نشان داده شده است. دامنه ی تغییرات در راستای Z لبه در شکل های قابل مشاهده است.
نتیجه گیری در این تحقیق به موقعیت گیت جدا از شکل گیت موجب ایجاد حالت خاصی در شکل لبه مورد نظر در قطعه می گردد و شکل تاثیر دارد و z گیت با حفظ حالت فقط بر میزان این تغییرات در راستای هر دو، پارامتر هایی تاثیر گذار بر اعوجاج می باشند. کاهش دمای قالب در محدوده مجاز فرآیندی موجب کاهش انقباض می گردد. افزایش زمان نگهداری تا زمان انجماد دریچه تزریق برای کاهش اعوجاج، کاملا موثر و در قطعات دقیق ضروری است. به منظور کاهش انقباض در تعیین پارامتر های دمای مذاب و زمان تزریق بایستی به دنبال یک نقطه بهینه بود.
اقبال و همکاران در سال ۲۰۱۲ قطعات به شکل چرخ دنده با استفاده از میکرو تزریق از کامپوزیت های پلیمری را انجام دادند. در تحقیقات انجام شده از چهار دریچه تزریق و سه نوع مواد گرما نرم دارای الیاف مختلف استفاده گردید. پارامترهای قالب گیری تزریق، زمان تزریق، فشار تزریق، دما مایع خنک کننده بود. که قطعه مورد نظر چرخ دنده در سیستم خنک کاری آن به شکل مورد نظر برای کاهش درجه حرارت قرار گرفته است. که در این تحقیق از نرم افزار مولد فلو MoldFlow برای انجام شبیه سازی تعداد دریچه تزریق و مواد گرم نرم دارای الیاف شیشه مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.20089813.1396.4.3.1.1]

دمای مایع خنک کننده فشار تزریق و درصد الیاف شیشه از مهم ترین عوامل موثر در کاهش اعوجاج و انقباض قطعه بوده اند.

ماتسرکا اعوجاج را برای یک قطعه مربعی از روی اختلاف دمایی بین سطوح بالایی و پایینی، تنش برشی ناشی از جریان، انقباض و خواص تغییر یکنواخت ماده ناشی از جهت گیری الیاف پیش‌بینی کرد. نتایج شبیه سازی تطابق خوبی با نتایج عملی برای یک قطعه نقره ای داشت.[7] بوشکو و استوکس به بررسی اثر دمای قالب و مذاب فشار نگهداری و ضخامت دیواره بر روی انقباض و تنش‌های پسماند پرداختند. فشار نگهداری به‌عنوان مهم‌ترین پارامتر تأثیرگذار بر روی انقباض تعیین شده است که افزایش آن موجب جنبه کاهشی انقباض در دو راستای صفحه‌ای و نیز راستای ضخامت می‌گردد. میزان تأثیر پارامترهای دمای قالب و مذاب نیز کمتر بیان شده است. لئو و سوولیز اثر پارامترهای زمان و فشار نگهداری و هندسه دریچه تزریق، بر روی دمای نهایی به روش تجربی بررسی کرد. نتایج حاکی از انقباض کم‌تر قطعات با دریچه تزریق باریک‌تر در شرایط فرآیندی تغییر دیگر بود. وی بیان کرد که انقباض متقارن در تولید قطعه با دریچه ضخیم دست نیافتنی است. جانسن وتیتومالینو را با در نظر گرفتن یک مدل الاستیک ساده به بررسی میزان انقباض در ماده نهایی و توزیع تنش‌های پسماند پرداختند و از این طریق تحلیلی نشان دادند که مدت زمان نگهداری فشار بیشتر منجر به انقباض کم‌تر می‌شود. چانج و تسور شبیه‌سازی تئوری و نتایج تجربی خود را در انقباض، اعوجاج و مکش در قطعات تزریقی نیمه کریستالی بیان کردند. نتایج آن‌ها شامل بررسی بر روی سیستم خنک‌کاری قالب، مراحل فرآیند تزریق، خصوصیات ویسکوالاستیک، میزان کریستاله شدن و PVT ماده بود. نتایج حاکی از اعمال کمی و کیفی بین نتایج تجربی و تحلیلی بود. تحقیقات دیگری گسترده‌ای نیز برای بهینه کردن و کاهش اعوجاج در قطعات نازک انجام گرفته است. ساهو با به‌کارگیری هم‌زمان روش تحلیلی دئو اعوجاج را کاهش داد. روش‌های مذکور هزینه بر و وقت گیر بودند . در این مقایسه با این‌ها، برای آنالیز پارامترهای مؤثر تحقیقاتی را با استفاده از روش تاگوچی که ساده‌تر بود، صورت گرفت. به‌طور گسترده‌ای نیز با استفاده از سایر روش‌ها همچون شبکه هندسی الگوریتم ژنتیک، DOE و MOLDFLOW به منظور بهینه‌سازی صورت گرفته است.در این تحقیق علاوه‌بر بررسی و بهینه‌سازی پارامترهای تزریق چون فشار و زمان نگهداری، زمان تزریق، دمای قالب ومذاب به بررسی اثر محل و شکل دریچه تزریق بر اعوجاج نیز پرداخته شده است که در کارهای قبل این دو پارامتر کمتر مورد بحث و بررسی قرار گرفته شده‌اند و اثر آن‌ها بر اعوجاج بهینه ذکر شده است. حال آن‌که با توجه به اهمیت تولید قطعات با ابعاد دقیق وبررسی کنترل این دو پارامتر در قطعات دقیق در خور توجه خواهد بود ضخامت قطعه صنعتی در نظر گرفته شده نیز نسبت به نظریه ی قبل، زیاد و متغییر می‌باشد که کنترل پدیده اعوجاج رابادشواری بیشتری روبرو می‌کند. در تحلیل المان محدوداین قطعه نیز ازامکان جدید نرم افزار MOLDFLOW و المان های سه بعدی هرمی به منظور افزایش دقت نتایج استفاده شده است. بررسی قابلیت نرم افزار شبیه ساز در تعیین رفتار ویسکوالاستیک ماده از دیگر موارد مورد بحث در این تحقیق است.

۳- مواد، روش و آزمون

نوع ترموپلاستیک مورداستفاده، نوع دریچه، سرعت تزریق و دمای مذاب، عوامل متغیر این تحقیق بوده که در جدول ۱ و ۲ آورده شده‌اند.

۳-۳- جدولها، شکل ها، دیاگرام ها و تصاویر

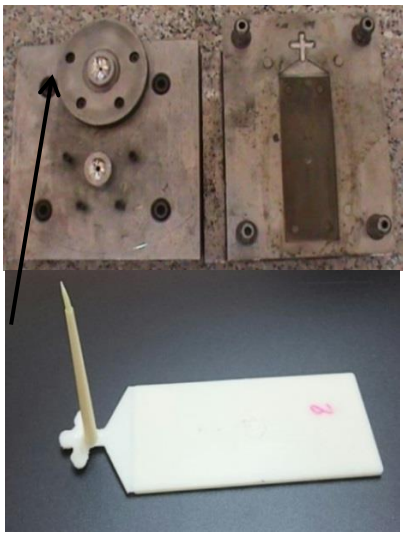
در این تحقیق از دو نوع دریچه مثلثی (Fan Gate) و گلویی (Sprue Gate) استفاده شده‌است. قالب مورداستفاده دارای هر دو این دریچه‌ها بوده و در هر مورد، یک دریچه توسط پین فلزی، مسدود گردیده‌است. شکل۲-۱ محل این دو نوع دریچه را بر روی قالب نشان می‌دهد .

جدول ۱: عوامل متغیر

عوامل متغیر	مکان دریچه	سرعت تزریق (cm^3/s)	دمای مذاب (° C)	ترموپلاستیک
مقادیر	گوشه	۲۴، ۲۷ و۲۱	۲۳۵، ۲۵۰ و۲۲۰	SD 105/ABS
	وسط	۲۴، ۲۷ و ۲۱	۲۳۵، ۲۵۰ و۲۲۰	C30S/PP

جدول ۲: پارامترهای ثابت در فرآیند عملی و شبیه سازی

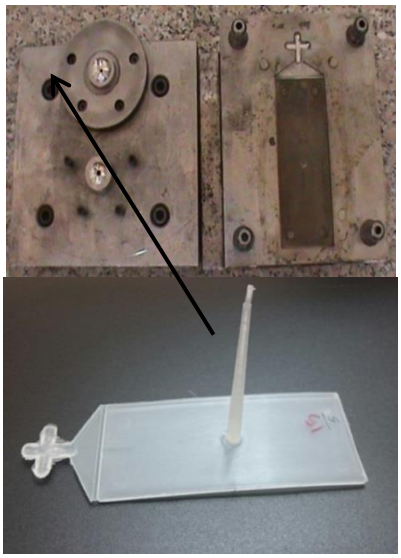
پارامترهای ثابت	سرعت تزریق	زمان نگهداری (ثانیه)	زمان تزریق (ثانیه)	فشار نگهداری (MPa)	فشار تزریق (MPa)
مقادیر	۲۳ درصد	۲	۲	۴۷	۵۵



نوع گیت مثلثی (G1)

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1396.4.3.1.1]



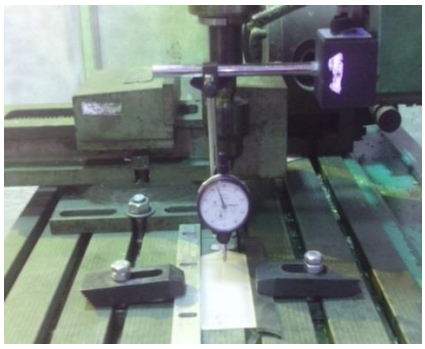
نوع گیت وسط (G2)

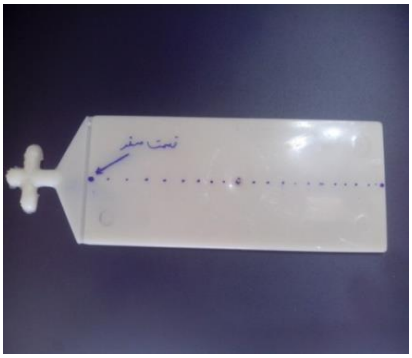
شکل ۱: نمونه گیت (مثلثی و وسط)

برای ساخت نمونه از دستگاه قالبگیری تزریقی مدل HXF88 ساخت شرکت HAIXING چین با ظرفیت گیره‌بندی ۸۸ تن و حداکثر وزن تزریق ۱۴۰ گرم استفاده گردید. هندسه نمونه ها شامل یک قطعه مستطیلی با ابعاد ۵۰ ×۱۳۰ میلیمتر و ضخامت بدنه ۳/۲ میلیمتر بوده که در شکل ۲ نشان داده شده است.

شکل ۲: نمونه قطعات ساخته شده

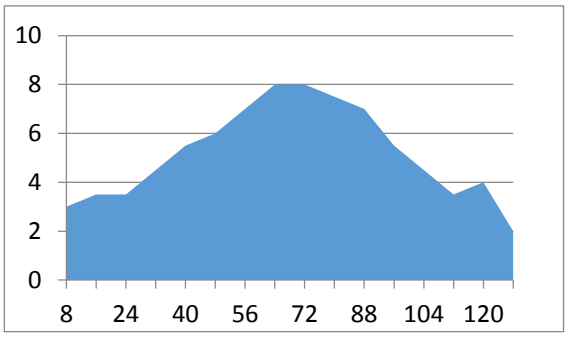
جهت تعیین اعوجاج سطح قطعات، مطابق شکل ۳، از میز دستگاه فرز و ساعت اندازه‌گیری استفاده گردید. نقطه ابتدایی به عنوان مرجع صفر تعیین شده و با حرکت در جهت طول قطعه، اعوجاج سطح قطعه در اثر حرکت سوزن ساعت اندازه گیری تعیین گردیده است. عدد ساعت اندازه گیری در فواصل ۱۰ میلیمتر خوانده شده و به صورت مثبت (سطح بالاتر از مرجع صفر) و منفی (سطح پایین تر از مرجع صفر) مشخص گردیده‌است.





شکل۳:مسیروموقعیت اندازه گیری اعوجاج درنمونه‌ها

برای همه نمونه ها اندازه گیری گردیده و نتایج وارد نرم افزار Excel شد. برای بدست آوردن نمودار از نرم افزار EXCEL که در شکل۴نشان داده شده اعداد بدست آمده از آزمایشات عدد مثبت و منفی بوده است که از مجموع قدر مطلق برای محاسبه آنها استفاده شده است .



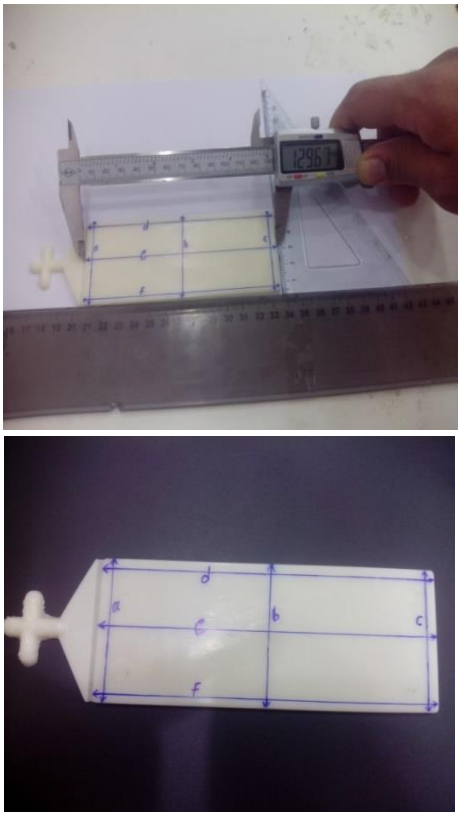
شکل ۴: نحوه بدست آوردن نتایج اعوجاج در نرم افزار EXCEL

برای اندازه گیری انقباض از یک سطح صاف و یک خط‌کش برای قرار دادن قطعه روی آن با شکل (۸) مناسب و برای گونیا بدون قطعه استفاده شده، که از کدلیس دیجیتالی برای گرفتن اندازه‌گیری استفاده شده است که قطعه را به ۶ وجه برای اندازه‌گیری تقسیم کرده که با نام-های خطوط (عرضی و طولی) اندازه‌های (a و b و c و d و e و f) نمایش داده شده، انقباض، اختلاف ابعادی بین قطعه و قالب می‌بایست علت اصلی، تغییر دانسته ماده در هنگام سرد شدن قالب می‌باشد. این تغییر ناشی از اثر خواص ماده، و طراحی قطعه و قالب می‌باشد. در صورت

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1396.4.3.1.1]

یکنواخت بودن میزان انقباض، قطعه معوج شد و به‌طور یکنواخت کوچک می‌گردد. در صورت انقباض غیر یکنواخت قسمت‌های مختلف قطعه تنش ایجاد شد، بین قسمت‌های مختلف قطعه (را بسته به استحکام و چگونگی ماده)، موجب معوج شده قطعه و در صورت تشدید این وضعیت، موجب تک برداشتن قطعه می‌گردد.

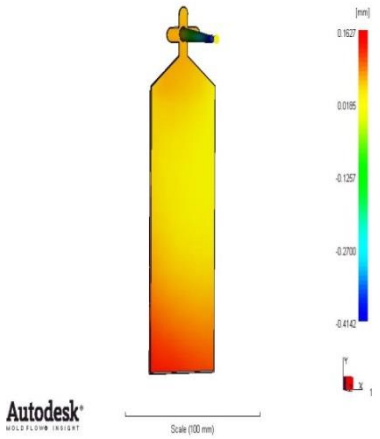


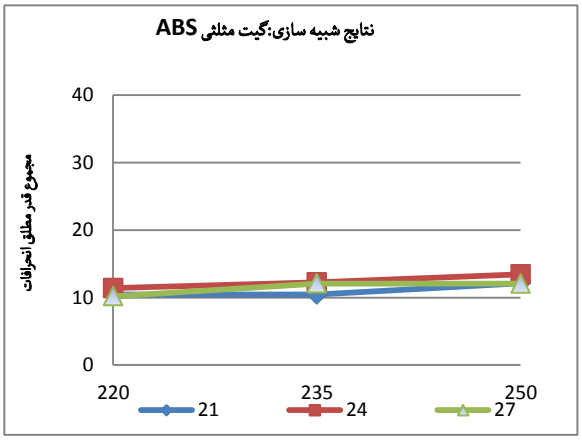
شکل۵ : مسیر و موقعیت انقباض در نمونه‌ها

شبیه سازی کامپیوتری به روش المان محدود

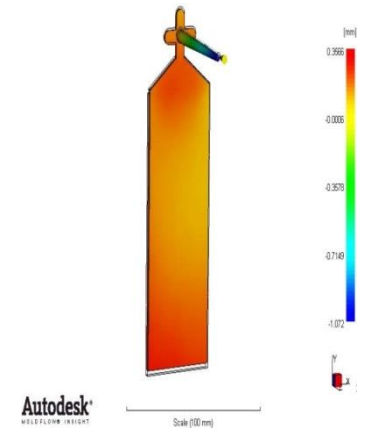
برای انجام شبیه سازی کامپیوتری فرآیند تزریق پلاستیک از نرم افزار MoldFLOW ساخت شرکت Aut desk استفاده گردید. این نرمافزار توانایی انجام انواع آزمایشات پر شدن، بهترین مکان گیت، سرد شدن، انقباض، اعوجاج و بسیاری تحلیل های دیگر مربوط به تزریق پلاستیک را دارد. این نرم افزار از دو بخش المان محدود و حل با استفاده از روابط تجربی بهره می گیرد که در این پایان نامه از روش المان محدود که محیط MoldFlow lnsight نام دارد استفاده شده است. برای انجام این تحقیق ابتدا یک پروژه ساخته که در شکل ۳-۴ نشان داده شده و سپس مدل آماده شده در نرم افزار Solid work با پسوند stl از طریق دستور ImPort وارد محیط MoldFlow Insight شده سپس فرآیند مش زدن و آماده کردن مدل برای انجام گردید که به دلیل یکنواخت بودن ضخامت همه ابعاد از نوع مش Dual Domain استفاده گردید.

برای بدست آوردن اعوجاج و انقاض از دستور Defleetion Query که در شکل نشانداده شده است. روش انتخاب این گره ها نیز بدین صورت انجام شده که ابتدا با بررسی کانتور خروجی آزمایشات به صورتی که در تصویر زیر نشان داده شده است. بحرانی ترین محدوده مشخص گردید سپس دو گره مشابه و در راستای یکدگیر انتخاب و فاصله بین آنها به عنوان یک اندازه بحرانی برای نرم افزار مولدفلو تعریف گردید.





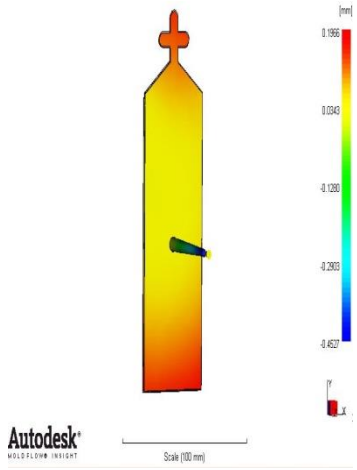
شکل ۶: نتایج شبیه سازی و مقادیر اعوجاج را نسبت تغییرات دمای مذاب و نوع دریچه مثلثی ومواد ABS

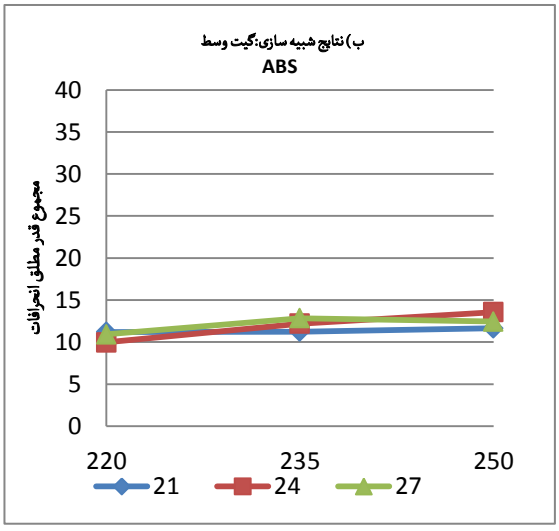


[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-09]

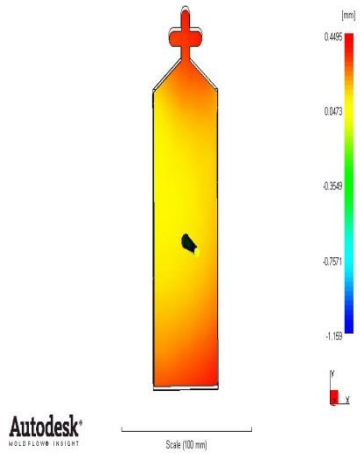
[DOR: 20.1001.1.20089813.1396.4.3.1.1]

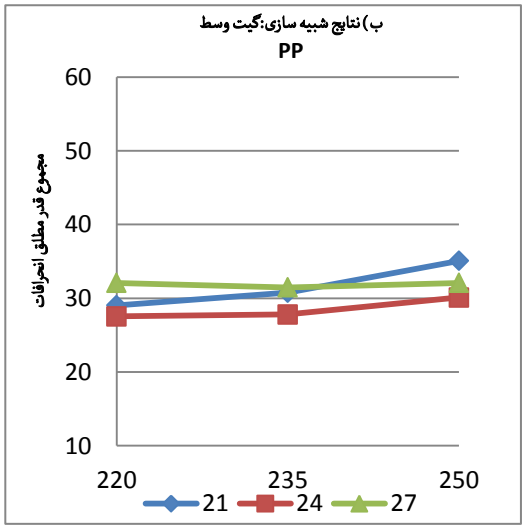
شکل۷: نتایج شبیه سازی و مقادیر اعوجاج را نسبت تغییرات دمای مذاب و نوع دریچه مثلثی و مواد PP





شکل ۸: نتایج شبیه سازی و مقادیر اعوجاج را نسبت تغییرات دمای مذاب و نوع دریچه وسط و مواد ABS





شکل ۹: نتایج شبیه سازی و مقادیر اعوجاج را نسبت تغییرات دمای مذاب و نوع دریچه وسط و مواد PP

۴- نتایج و بحث

در این تحقیق به بررسی تجربی و شبیه‌سازی شده‌ی اثر نوع و هندسه دریچه تزریق، سرعت تزریق و دمای مذاب بر میزان انقباض و نحوه اعوجاج قطعات مستطیلی نفت تولید شده از ترموپلاستیک ABS و PP به روش قالب‌گیری تزریقی پرداخته شده است.

نتایج نشان‌دهنده این بود که:

ـ با مقایسه دریچه‌های به‌کار برده شده، این نتیجه حاصل شد که استفاده از دریچه مثلثی کم‌ترین میزان انقباض اعوجاج را در اندازه نهایی قطعات تولیدی نیز داشته است.

ـ با مقایسه نمودارهای مربوط به تغییرات دمای تزریق این تنبیه حاصل شد که با افزایش دما، میزان انقباض و اعوجاج در قطعات نهایی که از گیت وسط استفاده شده با اندازه چشمگیری افزایش پیدا کرده است.

ـ در مواد بی‌شکل اعوجاج به مراتب کم‌تر از مواد نیمه کریستالی و کریستالی است. در PP که یک ماده نیمه کریستالی است، به‌طورکلی با افزایش دمای مذاب اعوجاج بیشتر می شود و با کاهش دمای مذاب نیز سطح کیفیت ابعادی را از دست می دهد لذا باید نظر داشتن این موارد

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1396.4.3.1.1]

کمترین دمای مذاب را در شرایط نوع گیت مناسب (گیت مثلثی) انتخـاب نمود.

- برای ABS با افزایش دمای مذاب انقباض و اعوجاج کمتر می شود. در نتیجه برای رسیدن به یک قطعه با کیفیت سطح و ابعـاد مناسـب بایـد دمای مذاب مناسب، دمای قالب بالا و همچنین نوع گیت مناسب انتخـاب نمود.

مراجع

[۱] ازدست، ط.، ۱۳۸۶ ،مطالعه عددی و تجربی اثر قیود قالب در ابعاد نهایی قطعات تزریقی، پایان نامه دکترای مکانیک ساخت و تولید، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس.

[۲] پیمان شاهی، امیر حسین بهروش، بهروز آرزو و مهدی محمودی،۱۳۸۸ بررسی تأثیر پارامترهای تزریق، موقعیت و شکل دریچه تزریق بر دقت ابعادی قطعه پلاستیکی تزریقی، مجله علمی پژوهشی مهندسی مکانیک مجلسی / سال دوم / شماره چهارم /.

[۳] ازدست. ط. ۱۳۸۶ مطالعه عددی و تجربی اثر قیود قالب در ابعاد نهایی قطعات تزریقی پایان نامه دکترای مکانیک ساخت و تولید، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس.

[۴] رضا مصباح. ۱۳۹۴بررسی تجربی و شبیه سازی شده ی اثر نوع ترموپلاستیک ، دمای مذاب، طراحی دریچه تزریق و کانالهای خنک کاری بر میزان ونحوه انقباض و اعوجاج قطعات جعبه ای شکل تولید شده به روش قالبیگیری تزریق با استفادهاز مواد ABS وPC و PE پایان نامه کارشناسی ارشد مکانیک ساخت وتولید، دانشگاه فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول.

[5]http://polymer.persiangig.com/other/mold_injection. swf

Beaumont J. P., 2004 "Runner and Gating Design

[6] .Handbook", Hanser, Munich, , Chaps. 4, 5

[7] Pengcheng Xie, Fengxia Guo, Zhiwei Jiao, Yumei Ding, Weimin Yang, 2014Effect of gate size on the melt filling behavior and residual stress of injection molded parts, Materials and Design 53 /366–372

[8] ISO 527-2. Plastics—determination of tensile properties—Part 2: Test Conditions for moulding and .extrusion plastics; 2012

[9] Yuehua Gao, Xicheng Wang, (2009) Surrogate-based process optimization for reducing warpage in injection molding, journal of materials processing technology 209 .1302–1309

[10] Marton Huszar, Fawzi Belblidia, Helen M. Davies, Cris Arnold, David Bould, Johann Sienz, 2015 Sustainable injection moulding: The impact of materials selection and gate location on part warpage and injection pressure, .Sustainable Materials and Technologies,

[11] M.A. Rosen, H.A. Kishawy, (2004) Sustainable manufacturing and design: concepts, practices and needs, .Sustainability 4 154–174

[12] R.A. Malloy, 2010 Plastic part design for injection molding, an introduction, 2nd ed. Carl Hanser Verlag, Munnich,. (ISBN-13: 978-1-56990-7).

[13] P. Kennedy, R. Zheng, 2013 Flow analysis of injection molds, 2nd ed. Carl Hanser Verlag, Munich,. .((ISBN 978-1-56990-512-8

Beaumont J. P., 2004"Runner and Gating Design

[14] Handbook", Hanser, Munich, , Chaps

[15] H. N. Dhakal, Z. Y. Zhang, 2007 and M. O. W. Richardson, "Effect of water absorption on the mechanical properties of hemp fibre reinforced unsaturated polyester composites", Composites Science and Technology 67, pp. .1674–1683,

[16] H. N. Y. Seong, S. Kim, I. U. Hwang and D. G. Lee, 2008"Application of natural fiber reinforced composites to trenchless rehabilitation of underground pipes", Composite .Structures, Vol. 86, Issues 1-3, pp. 285-290,

[17] S.H. Tang , Y.J. Tan, S.M. Sapuan, S. Sulaiman, N. Ismail, R. Samin, 2007 The use of Taguchi method in the design of plastic injection mould for reducing warpage, .Journal of Materials Processing Technology 182 () 418–426

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1396.4.3.1.1]