

تولید افزایشی چگونه می تواند به قالب پذیری تزریقی طراحی های جدید یاری رساند نه این که از آن ممانعت نماید

عواملی که در هزینه و موفقیت طراحی قالب پذیر تأثیر می گذارند، شامل چهار عامل اصلی است:

1. طراحی برای قالب پذیر بودن،
2. اندازه مبتنی بر قالب،
3. اجزای داخلی،
4. پولیش / پرداخت سفارشی.



It's critical to keep in mind how your 3D-printed design translates to injection molding for both manufacturability and cost. (Photos: Protolabs)

استفاده از چاپ سه بعدی می تواند در فرآیند طراحی قالب کمک نماید. با استفاده از این تکنولوژی، می توان قطعات قالب را با دقت و سرعت بالا تولید نمود. این فرآیند امکان تغییرات سریع و آزمایش مدل های مختلف را فراهم می نماید که بهینه سازی هزینه و زمان را ممکن می سازد.

ده سال پیش، مسیر مشخص و قابل قبولی برای توسعه محصول با هدف تبدیل ایده به واقعیت وجود داشت. به طور کلی، این مسیر شامل طراحی دو بعدی و سه بعدی اجزا و سپس مونتاژ آنها بود. استفاده از فرآیندهای نمونه سازی کم حجم و کم هزینه مانند ماشین کاری با استفاده از ماشین های کنترل عددی یا ریخته گری یورتان در ایجاد قطعات مورد نیاز، این مسیر را ممکن می ساخت. در نهایت، طراحی به فرآیند ابزار سازی سریع و قدرتمند منتقل و در پایان محصول تولید می شد.

در حال حاضر، این مسیر همچنان پر استفاده است، اما با توجه به پیشرفت‌های فنی در فرآیند و مواد چاپ سه‌بعدی در دهه اخیر، توسعه دهندگان محصولات اکنون دارای گزینه‌های با کیفیت و واقع‌گراتری برای تسریع و بهبود مراحل توسعه محصول هستند. این پیشرفت‌ها در طول سال‌ها به نوآوران فناوری کمک نموده است، اما همچنان مشکلات نهفته‌ای وجود دارد. اگرچه قالب‌گیری تزریقی همچنان در حجم بالای تولید پلاستیک به عنوان روش اصلی شناخته شده است و احتمالاً در آینده نیز جایگاه خود را حفظ خواهد نمود، اما چاپ سه‌بعدی با سرعتی بالا در مراحل اولیه تولید پلاستیک جایگاه خود را بدست می‌آورد. به دلیل محدودیت‌های مختلف در هر فرآیند، امکان بروز ناتوانی در ارتباط بین مراحل و نحوه تولید قطعه برای طراحان و قالب‌گیران وجود دارد.

در هنگام مقایسه فرآیندهای پتانسیل تولید، عوامل مختلفی از جمله قیمت و زمان تحویل باید در نظر گرفته شوند. هر فرآیند نیازمند زمان‌های پردازش متفاوت، استفاده از مواد مختلف، ملاحظات و الزامات طراحی متفاوت برای قطعه است. این مقاله به‌خصوص بر روی عوامل هزینه طراحی قطعه تمرکز می‌نماید. اما در ابتدا، بیایید درباره چالش مشترکی در فرآیند طراحی صحبت نماییم که هر روز در شرکت بین‌المللی پوروتولبز<sup>1</sup> به عنوان یکی از بزرگترین تولیدکنندگان قالب‌گیری تزریقی جهان با آن مواجه هستیم.

### تقریباً همه قطعات قالب‌پذیر را می‌توان چاپ نمود، اما عکس آن صادق نیست.

#### طراحی برای قالب‌پذیری: حکایتی هشداردهنده

دکستر، مهندسی است که با استفاده از روش طراحی نوآورانه، توانسته است محفظه‌ای پنج‌قسمتی را به دو قسمت تبدیل و هزینه‌های قابل توجهی در ابزار مورد نیاز برای تولید آن را صرفه‌جویی نماید. او قطعات را طراحی می‌نماید و آن‌ها را به شرکت چاپ سه‌بعدی مورد علاقه‌اش می‌فرستد تا قطعات را به روش تفجوشی لیزری چاپ نماید و دکستر بتواند آزمون تناسب/شکل/ عملکرد را قبل از ابزارسازی قطعات انجام دهد. پس از دریافت محموله، دکستر، از اینکه می‌بیند قطعاتش به طرز شگفت‌انگیزی کار می‌نمایند و این روش باید راه حل کاربردی عالی برای مشکل طراحی او باشد، به وجد می‌آید.

هم‌اکنون که دکستر آماده است تا وارد مراحل ابزارسازی شود، قطعات را برای قالب‌گیری تزریقی به شرکت ارسال می‌نماید. اما آخرین خبر او را متعجب می‌نماید، زیرا به او گفته می‌شود هیچ‌یک از قطعات قابل قالب‌گیری نیستند! دکستر در حالی که سرخورده شده، به میز کار خود بازمی‌گردد و شروع به طراحی مجدد قطعات برای قالب‌گیری می‌نماید. این داستان کاملاً آشنا

اولین مورد از چهار محرک اصلی هزینه است که این مقاله ارائه خواهد نمود. همچنین مسلماً دلیل اصلی بسیاری از محرک‌های هزینه دیگر نیز هست.

### به یاد داشته باشید که چاپ سه‌بعدی محدودیت‌های طراحی بسیار کمتری نسبت به قالب‌گیری تزریقی دارد.

#### شروع با در نظر گرفتن فرآیند

دکستر با در نظر گرفتن راه‌حل و نه فرآیند، شروع به کار کرد. با افزایش محبوبیت چاپ سه‌بعدی (به دلایل خوب)، بسیاری از توسعه‌دهندگان محصولاتشان را در مراحل پیاده‌سازی می‌نمایند که قبلاً شاید در فرآیندی متفاوت تکمیل می‌شد. این امر به دلیل کاهش قابل توجه محدودیت‌های طراحی در چاپ سه‌بعدی نسبت به قالب‌گیری تزریقی، بسیار مثبت است. راه‌حل فعلی این است که با طراحی قطعه بر اساس قابلیت قالب‌پذیری آن شروع و سپس این طراحی‌ها را چاپ نمایید. تقریباً تمام قطعات قابل قالب‌پذیری را می‌توان چاپ نمود، اما برعکس آن درست نیست. وقتی سعی دارید قطعه‌ای که صرفاً برای چاپ سه‌بعدی طراحی شده است را قالب‌گیری نمایید، بهترین حالت ممکن این است که تولیدکننده مجبور باشد اجزای مکانیکی بسیار گرانبها را درون قالب قرار دهند. و در بدترین حالت، اصلاً امکان قالب‌گیری وجود ندارد.

#### اندازه مبتنی بر قالب

یکی از عوامل مهم در هزینه قالب، اندازه پایه قالب است. این نقطه سردرگمی رایج در فرآیند تولید است، زیرا همواره واضح نیست که پایه قالب باید چقدر بزرگ یا کوچک باشد. به عنوان مثال، ممکن است شما بتوانید یک قطعه به ابعاد 1 در 1 اینچ (25/4 در 25/4 میلیمتر) را با استفاده از ساده‌ترین قالب تزریق پلاستیک<sup>2</sup> با پایه 4 در 4 اینچ (101/6 در 101/6 میلیمتر) تولید نمایید. اما اگر بخواهید برش زیرین<sup>3</sup> به آن قطعه اضافه نمایید، به پایه قالبی با ابعاد 10 در 10 اینچ (254 در 254 میلیمتر) یا بزرگتر نیاز خواهید داشت. در این حالت، اندازه قالب و اجزای آن هزینه قالب را تعیین می‌نمایند. اقدامی فرعی می‌تواند بیش از 1500 دلار به هزینه قالب اضافه کند، بنابراین باید از روش‌های بهینه‌سازی برای صرفه‌جویی در فضا و اجزا استفاده نمایید.

#### اجزای داخلی

<sup>2</sup> straight-pull mold

<sup>3</sup> undercut

در مورد هزینه اول، طراحی نامناسب و اندازه قالب به عنوان دو محرک اصلی صحبت شد. اما محرک هزینه کلیدی در قالب‌گیری تزریقی، اجزای داخلی است. کدام اجزای داخلی؟ نمونه‌ای بارز، بادامک‌های جانبی هستند، همانطور که قبلاً بحث شد. برخی مثال‌های دیگر شامل ضمام انتخابی<sup>۴</sup>، ضمام پیچیده<sup>۵</sup> و پین‌های مرکزی فولادی است. بادامک‌ها یا ضمام عموماً هزینه کل قالب را با افزایش 1000 تا 2000 دلار برای هر جزء افزایش می‌دهند، بنابراین در طراحی‌های خود باید این موضوع را در نظر بگیرید.



پرداخت سفارشی قالب به افزایش زیبایی قطعات قالب‌گیری شده کمک می‌نماید.

### پولیش یا پرداخت سفارشی

آخرین محرک هزینه، پولیش یا پرداخت سفارشی قطعه است. بسیاری از تولیدکنندگان مجموعه‌ای از روش‌های پرداخت را برای ابزارهای شما فراهم می‌کنند، از جمله پرداخت در محفظه، استاندارد انجمن صنعت پلاستیک یا معادل آن، که هر کدام هزینه‌های اضافی مختلفی دارند. پرداخت در محفظه، معمولاً ارزانه‌ترین و گاهی خودکار است.

<sup>4</sup> pick-out  
<sup>5</sup> bolt-in



## مرجع پلیمر در بازار ایران

این قطعات مناسب برای آزمون و ارزیابی تناسب، شکل و عملکرد است، اما ممکن است ویژگی‌های زیبایی مورد نیاز برای قطعه نهایی را نداشته باشند. پرداخت‌های استاندارد انجمن صنعت پلاستیک یا معادل آن به طور معمول گران‌تر هستند، بنابراین راه صرفه‌جویی در زمان و هزینه این است که برای پرداخت‌های زیبایی منتظر طراحی نهایی شویم. بدون توجه به استفاده یا عدم استفاده از تولید افزایشی در توسعه قطعه یا فرآیند قالب‌گیری تزریقی خود و نحوه استفاده از آن، با رعایت این نکات، شما آماده تولید خواهید بود.

### منبع

[www.ptonline.com](http://www.ptonline.com)

### مترجم و ویرایش کننده

مریم مهاجر

### کلیدواژه‌ها

طراحی نوآورانه، شرکت بین‌المللی پوروتولیز، اجزای داخلی، استارت‌آپ، توسعه محصول، قطعات، قیمت قالب، ماشین کاری، محرک اصلی هزینه.