

# پرینت سه بعدی چیست؟

## راهنمای صریح

تهیه شده توسط

مهندس احسان مرزبان





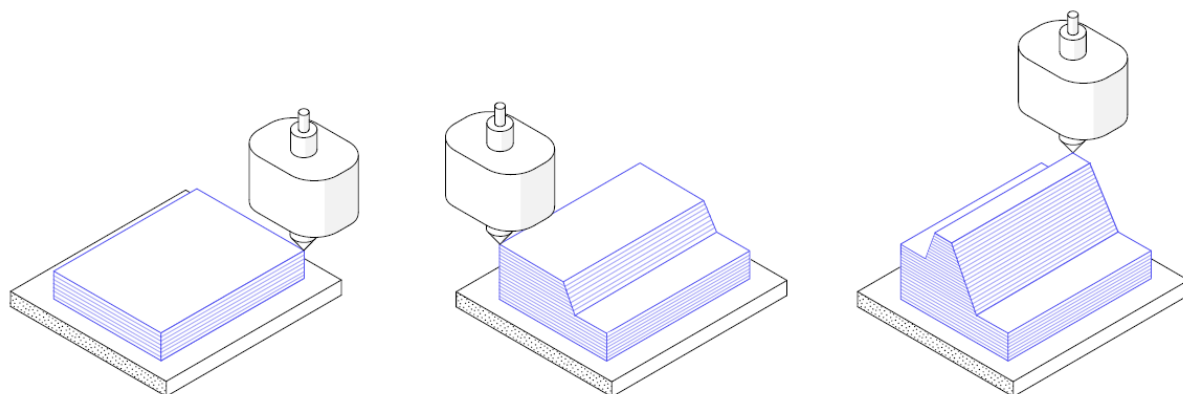
## بخش یک

### مفاهیم اولیه

پرینت سه بعدی چیست؟ چگونه کار میکند؟ فواید کلیدی، محدودیتها و کاربردهای صنعتی اصلی آن چیست؟ اینجا، ما تمام این سوالها را پاسخ می‌دهیم و پرینت سه بعدی را با ساخت سنتی جهت آشنایی شما با این تکنولوژی مقایسه می‌کنیم.

## پرینت سه بعدی چگونه کار می کند؟

هر پرینتر سه بعدی قطعات را بر پایه اصول یکسان میسازد: مدل دیجیتال با اضافه کردن یک لایه ماده در هر بار تبدیل به یک جسم فیزیکی سه بعدی می شود.



در اینجا است که اصطلاح جایگزین ساخت افزایشی از آن می آید. پرینت سه بعدی اساساً روشی متفاوت از تولید قطعات در مقایسه تکنولوژی های ساخت کاهشی سنتی (ماشینکاری سی ان سی) یا شکل دهی (تزریق پلاستیک) است.

در پرینت سه بعدی، ابزار خاصی مورد نیاز نیست (برای مثال، یک ابزار برشی با هندسه خاص یا یک قالب). در عوض قطعه به صورت مستقیم بر روی پلتفرم ساخت لایه به لایه ساخته می شود، که مجموعه ای از مزایا و محدودیتها دارد که در ادامه اشاره شده است.

فرآیند همواره با یک مدل سه بعدی دیجیتالی آغاز می شود که یک طرح از شیء فیزیکی می باشد. این مدل توسط نرم افزار پرینتر به لایه های دو بعدی تقسیم می شود و سپس برای اجرای چاپگر به مجموعه ای از دستورالعمل ها در زبان ماشین (کد -G) تبدیل می شود. در اینجا روندی که یک پرینتر سه بعدی کار میکند با فرآیند متفاوت است. برای مثال، پرینتر FDM رومیزی، فیلامنت های پلاستیکی را ذوب و با یک نازل بر روی میز پرینت می نشاند (مانند یک تفنگ پلاستیکی کنترل کامپیوتری بسیار دقیق). ماشین های SLS صنعتی بزرگ از یک لیزر جهت ذوب (یا زینترینگ) لایه های نازک از پودرهای فلز یا پلاستیک استفاده میکنند.

مواد ممکن نیز همچون فرآیند متفاوت هستند. پلاستیک ها بسیار شایع هستند، اما فلزات هم می توانند پرینت سه بعدی شوند. قطعات تولید شده همچنین می توانند دامنه وسیعی از خواص فیزیکی خاص، از اشیاء با ظاهری شفاف تا لاستیک مانند را شامل شوند.

بسته به سایز قطعه و نوع پرینتر، یک پرینت معمولاً بین چهار تا هیجده ساعت طول خواهد کشید. قطعات پرینت سه بعدی شده به ندرت آماده مصرف بر روی ماشین هستند. آنها در بعضی مواقع نیازمند تعدادی پس-

فرآیند جهت رسیدن به سطح مدنظری از کیفیت سطح هستند. این مراحل نیازمند صرف زمان اضافی تلاش (معمولا دستی) می‌باشد.

## یک تاریخچه کوتاه از پرینت سه بعدی



نویسنده علمی تخیلی، آرتور کلرک، اولین کسی بود که برای اولین بار اصول پایه چاپگر سه بعدی را در سال ۱۹۶۴ توصیف کرد.

اولین چاپگر سه بعدی در سال ۱۹۸۷ توسط چاک هال از شرکت 3D Systems منتشر شد و از فرآیند Stereolithography (SLA) استفاده کرد.

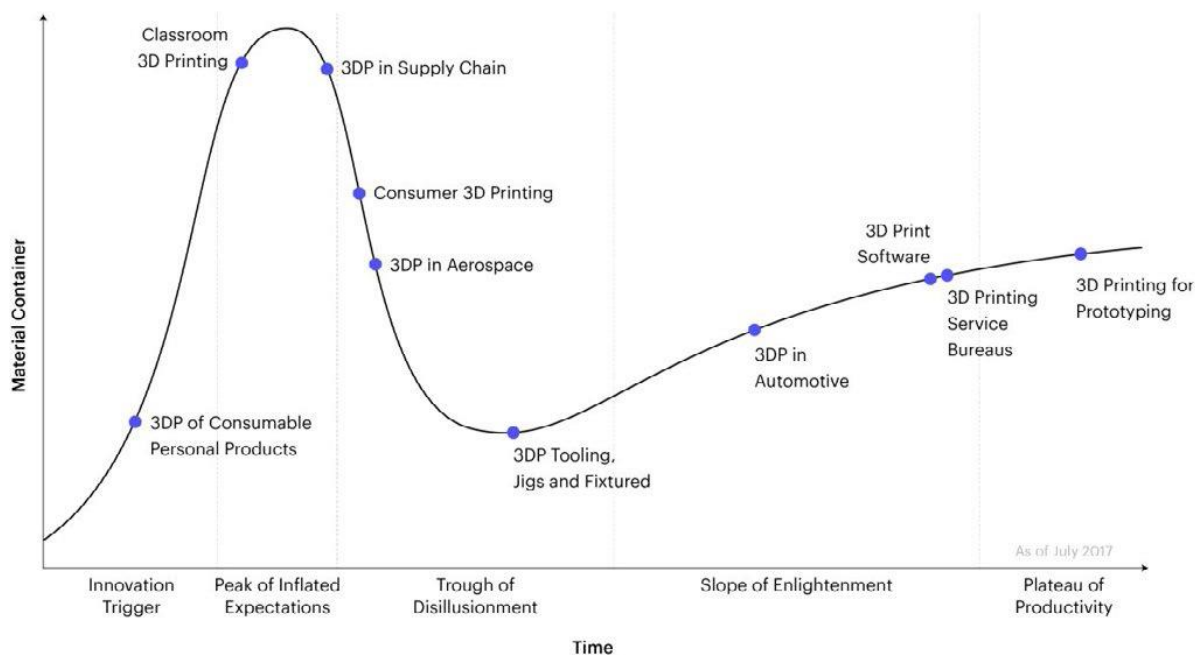
در دهه ۹۰ و ۰۰ دیگر تکنولوژی چاپ سه بعدی از جمله FDM توسط Stratasys و SLS توسط 3D Systems منتشر شدند. این چاپگرها گران بودند و عمدتاً برای نمونه سازی صنعتی استفاده می شدند.

در سال ۲۰۰۹، کمیته ASTM F42 یک سند حاوی اصطلاحات استاندارد در تولید افزودنی را منتشر کرد. این سند چاپ سه بعدی را به عنوان یک تکنولوژی تولید صنعتی ارائه نمود.

در همان سال، اختراعات ثبت شده در FDM منقضی شده و اولین چاپگرهای کم هزینه سه بعدی رومیزی توسط پروژه RepRap به دنیا آمد. چیزی ۲۰۰۰۰۰ دلار ارزش داشت، ناگهان با کمتر از ۲۰۰۰ دلار در دسترس قرار گرفت.

طبق گفته Wohlers، پذیرش چاپ سه بعدی در حال افزایش است: بیش از ۱ میلیون چاپگر سه بعدی دسکتاپ بین سال های ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۷ به فروش می رسد و فروش پرینترهای فلزی صنعتی در سال ۲۰۱۷ تقریبا دو برابر شده است.

## چاپ سه بعدی: فراتر از تبلیغات



بنابراین امروز چاپ سه بعدی کجاست؟ آیا هنوز تبلیغات است؟ خوب، شاید اما ... تبلیغات از سال های گذشته بر اساس ایده جذب مصرف کننده گسترده بود. این بود (و هنوز هست) تفسیر گمراه کننده ای که فناوری در واقع ارزش افزوده دارد. امروزه چاپ سه بعدی نقش بسیار مهمی در دنیای تولید پیدا کرده است.

انتظارات متفاوتی از سال های گذشته جای خود را به افزایش بهره وری داده اند. بسیاری از جنبه های تکنولوژی در حال حاضر در مسیر اصلی هستند و توسط هم افراد حرفه ای و هم علاقه مندان سرگرمی مورد پذیرش قرار گرفته.

البته چاپ سه بعدی یک تکنولوژی در حال تحول است. هر ساله چاپگرهای سه بعدی جدید منتشر می شوند که می توانند تاثیر قابل توجهی در صنعت داشته باشند. به عنوان مثال، HP نخستین سیستم چاپ سه بعدی خود را نسبتا دیر (در سال ۲۰۱۶) راه اندازی کرد، اما تا سال ۲۰۱۷ یکی از پرطرفدارترین پرینترهای صنعتی سه بعدی بود.

## مزایا و محدودیت‌های پرینت سه بعدی

مهم است که درک کنیم چاپ سه بعدی یک فناوری در حال توسعه است. این محصول با مجموعه ای منحصر به فرد از مزایای آن می آید، اما در بعضی موارد از تولید سنتی عقب است.

در اینجا ما مهمترین مزایا و محدودیت های چاپ سه بعدی را خلاصه می کنیم، با توجه به مزایا و معایب تمامی فن آوری های چاپ سه بعدی حال حاضر. از آنها استفاده کنید برای درک اینکه در حال حاضر چاپ سه بعدی کجا قرار دارد و در آینده در کجا قرار میگیرد.

## مزایای پرینت سه بعدی

### مدل سازی کم هزینه با گردش بسیار سریع

یکی از کاربردهای اصلی چاپ سه بعدی امروزه نمونه سازی است - هم برای شکل و هم برای عملکرد. این کار با کسری از هزینه های فرآیندهای دیگر و با سرعت انجام می شود که هیچ تکنولوژی تولید دیگری نمی تواند با آن رقابت کند: قطعاتی که بر روی یک چاپگر سه بعدی دسکتاپ چاپ می شوند معمولا یک شبه آماده می شوند و سفارشات به سرویس حرفه ای با دستگاه های بزرگ صنعتی آماده تحویل در ۲-۵ روز می شوند.

سرعت نمونه سازی به طور چشمگیری چرخه طراحی را تسریع می کند (طراحی، آزمایش، بهبود، طراحی مجدد). محصولاتی که جهت توسعه نیاز به ۸+ ماه دارند، اکنون می توانند در عرض ۸ تا ۱۰ هفته آماده شوند.

### هزینه های شروع کار بسیار کم است

در ساخت فرم دهی (فکر می کنم ریخته گری تزریقی و ریخته گری فلزی) هر بخش نیاز به یک قالب منحصر به فرد دارد. این ابزارهای سفارشی با قیمت بالا ارائه می شوند (از هزار تا چند صد هزار دلار برای هر کدام). برای بازگشت این هزینه ها باید هزارا نقطه مشابه تولید شود.

از آنجایی که چاپ سه بعدی نیاز به ابزار خاصی ندارد، هزینه های راه اندازی اولیه اساسا وجود ندارد. هزینه قطعات سه بعدی چاپ شده فقط به مقدار مواد مورد استفاده، زمان لازم برای چاپ و پس از پردازش - اگر مورد نیاز است- برای رسیدن به پایان مطلوب، بستگی دارد.

## طیف وسیعی از مواد (تخصصی)

شایع ترین مواد چاپ سه بعدی امروزه پلاستیک ها هستند. چاپ سه بعدی فلزی نیز کاربردهای صنعتی در حال افزایشی را برای خود پیدا می کند. گستردگی چاپ سه بعدی همچنین شامل مواد تخصصی با خواص متناسب با کاربردهای های خاص است.

امروزه قطعات سه بعدی چاپ شده می توانند مقاومت حرارتی بالا، مقاومت بالا یا سختی داشته و حتی سازگار با محیط زیست باشند. کامپوزیت ها نیز در چاپ سه بعدی رایج هستند. مواد را می توان با ذرات فلزی، سرامیکی، چوب یا ذرات کربن پر شده یا با فیبرهای کربنی تقویت شده تولید کرد. این مسئله تولید قطعات با ویژگی های منحصر به فرد مناسب برای کاربردهای خاص را نتیجه می دهد.

## پیچیدگی هندسی بدون هزینه اضافی

چاپ سه بعدی امکان ساخت آسان اشکال پیچیده را فراهم می کند که بسیاری از آنها نمیتوانند با هیچ روش دیگری تولید شوند. طبیعت افزودنی این تکنولوژی بدین معنی است که پیچیدگی هندسی، قیمت بالاتری را به ارمغان نمی آورد.

قطعات با هندسه پیچیده و یا ارگانیک برای هزینه های عملکرد برای چاپ سه بعدی همچون قطعات ساده تر طراحی شده برای تولید سنتی (گاهی اوقات حتی ارزان تر از آنجایی که مواد کمتر استفاده می شود) بهینه سازی می شود.

## سفارشی سازی هر بخش و هر قطعه

آیا تا به حال فکر کرده اید چرا لباس های خودمان را در اندازه های استاندارد خریداری می کنیم؟ به دلایلی که ما به تازگی ذکر کردیم، با تولید سنتی، تولید و فروش محصولات مشابه برای مصرف کننده ارزان تر است. چاپ سه بعدی هر چند اجازه سفارشی سازی آسان را می دهد.

از آنجا که هزینه های راه اندازی بسیار پایین است، تنها نیاز به تغییر مدل سه بعدی دیجیتال برای ایجاد یک بخش سفارشی است. نتیجه؟ هر یک و هر بخش از اقلام می تواند برای برآورده نمودن نیازهای خاص کاربر بدون تاثیر بر روی هزینه های تولید سفارشی سازی شود.

## محدودیت های چاپ سه بعدی

### استحکام پایین و خواص ماده انیزوتراپیک

به طور کلی، قطعات چاپ شده سه بعدی دارای ویژگی های فیزیکی هستند که به اندازه مواد حجمی خوب نیستند: از آنجا که آنها لایه لایه هستند، در حدود ۱۰٪ تا ۵۰٪ ضعیف تر و شکننده تر هستند.

از این جهت، قطعات چاپی سه بعدی پلاستیکی اغلب برای کاربردهای غیر بحرانی مورد استفاده قرار می گیرد. هر چند DMLS و SLM می توانند قطعات چاپ شده فلزی سه بعدی با ویژگی های فنی عالی (اغلب بهتر از مواد حجمی) تولید کنند. به همین دلیل، آنها برنامه های کاربردی در صنایع پرطرفدار مثل هوا فضا پیدا کرده اند.

### پس-فرآیند و حذف ساپورت

قطعات چاپی به ندرت آماده استفاده پس از خروج از چاپگر هستند. این معمولاً نیاز به یک یا چند مرحله پس-فرآیند دارد. به عنوان مثال، حذف ساپورت در اکثر فرآیندهای چاپ سه بعدی مورد نیاز است. چاپگرهای سه بعدی نمی توانند مواد را در هوای رقیق اضافه کنند، بنابراین سازه هایی هستند که با قطعه چاپ می شوند تا مواد را بر روی آن یا بخش چاپ شده روی پلت فرم ساخت قرار دهند.

هنگامی که حذف می شود و اغلب علائم و یا ضایعاتی را در سطح آن قسمت که با آنها در تماس بودند به جای می گذارند. این مناطق نیاز به عملیات اضافی (سنباده کاری، پولیش کاری، نقاشی) برای رسیدن به یک کیفیت سطح نهایی عالی.

### هزینه رقابتی کمتر برای حجم های بالاتر

چاپ سه بعدی در تولید محصولات بزرگ نمی تواند با فرایندهای تولید سنتی رقابت کند. فقدان یک ابزار یا قالب خاصی بدان معنی است که هزینه های راه اندازی پایین است، بنابراین نمونه های اولیه و تعداد کمی از قطعات یکسان (تا ده عدد) از لحاظ اقتصادی می توانند ساخته شوند.

همچنین به این معنی است که قیمت واحد تنها در مقادیر بالاتری کاهش می یابد، بنابراین صرفه جویی در مقیاس نمی تواند انجام شود. در بیشتر موارد، این نقطه چرخش در حدود ۱۰۰ واحد است که بسته به نوع مواد، فرآیند چاپ سه بعدی و طراحی قطعه است. پس از آن، فن آوری های دیگر، مانند ماشینکاری CNC و ریخته گری تزریقی، مقرون به صرفه تر می باشند.



همچنین به این معنی است که قیمت واحد تنها در مقادیر بالاتری کاهش می یابد، بنابراین صرفه جویی در مقیاس نمی تواند انجام شود. در بیشتر موارد، این نقطه چرخش در حدود ۱۰۰ واحد است که بسته به نوع مواد، فرایند چاپ سه بعدی و طراحی قطعه است. پس از آن، فن آوری های دیگر، مانند ماشینکاری CNC و ریخته گری تزریقی، مقرون به صرفه تر می باشند.

## تلرانسها و دقت های محدود

دقت قطعات چاپ شده سه بعدی بستگی به فرآیند و کالیبراسیون دستگاه دارد. به طور معمول، قطعات چاپ شده بر روی یک چاپگر سه بعدی FDM رومیزی دارای کمترین دقت هستند و با مقادیر  $\pm 0.5$  میلیمتر چاپ می شوند. این بدان معنی است که اگر یک سوراخ با قطر ۱۰ میلیمتر طراحی کنید، قطر واقعی آن بعد از چاپ بین ۹.۵ تا ۱۰.۵ میلیمتر خواهد بود. دیگر فرآیندهای چاپ سه بعدی دقت بیشتری را ارائه می دهند.

برای مثال، پرینترهای جت مواد صنعتی و چاپگر SLA، می توانند قطعات را با دقت  $0.01$  میلیمتر تولید کنند. مهم این است که به خاطر داشته باشید که این نتایج تنها می تواند پس از بهینه سازی برای ویژگی های هندسی خاص در یک قطعه خوب طراحی شده به دست آید. قطعات فلزی سه بعدی چاپ شده برای کاربردهای بحرانی اغلب با استفاده از ماشینکاری CNC یا فرآیند دیگری پس از چاپ، به منظور بهبود تلرانس و سطح نهایی آنها به پایان می رسند.

## کاربردهای پرینت سه بعدی

در اینجا چند نمونه برای نشان دادن نحوه استفاده افراد از چاپ سه بعدی و اینکه چرا آنها این تکنولوژی را برای موارد استفاده خاص خود انتخاب کردند، جمع آوری کردیم.

### خودرو

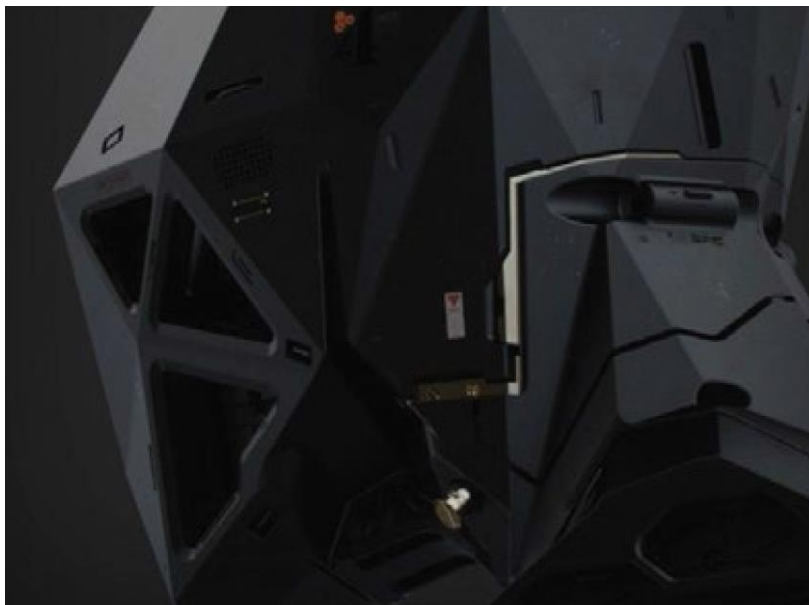
صنعت خودرو از تجربیات سریع و سهولت سفارشی سازی توسط چاپ سه بعدی بهره گرفته است. فولکس واگن به طور سنتی ماشینکاری CNC را برای ساخت سازه های سفارشی و وسایل مورد استفاده قرار میداد. CNC معمولاً زمان تولید و هزینه های بالاتری را دارد. همان جیگ و فیکسچرها ممکن است یک شبانه روز چاپ شوند و روز بعد در خط مونتاژ آزمایش شوند. بازخورد از اپراتورها تقریباً بلافاصله وارد شد و یک جیگ جدید برای آزمایش روز بعد آماده خواهد شد تا ابزار کامل ایجاد شود.



## سرگرمی

امروزه چاپ سه بعدی، به علت توانایی آن برای ساخت اشیاء قابل باور، یکی از ابزارهای مورد علاقه سازندگان فیلم است. انعطاف پذیری بالای طراحی چاپ سه بعدی به حرفه ای های سرگرمی کمک می کند تا اشیاء تخیلی خود را به اجسام واقعی تبدیل کنند. اکنون این امر می تواند به سرعت و با هزینه بسیار پایین تر از گذشته انجام شود.

یک نمونه از ویتالی بلگاروف ارائه شده، یک طراح مفهومی که رزومه آن شامل کار با استودیوهای فیلم است. مانند Paramount و Dreamworks. او با استفاده از چاپ سه بعدی به سرعت طرحهای کامپیوتری خود را تبدیل به یک جسم فیزیکی قابل استفاده برای یک فیلم که در آن کار می کرد، می نمود.



## سازندگان DIY

برای سازندگانی که دائما ایده های جدیدی را ارائه می دهند، چاپ سه بعدی ابزار فوق العاده ای است. یکی از مزایای اصلی آن توانایی تولید قطعات یدکی نامحدود و طرح های جدید بدون تکیه بر فروشندگان خارجی است.

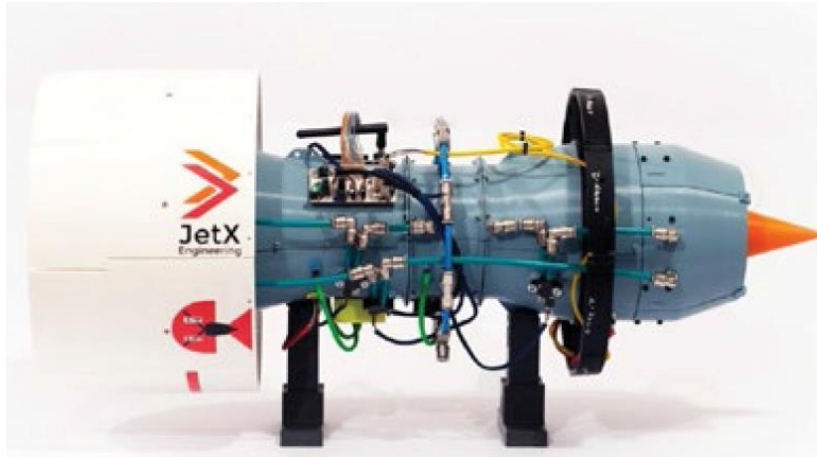
آنها می توانند طرح های خود را توسعه دهند و سفارشی کنند تا بتوانند مفاهیم جدید و بهتر را ایجاد کنند. برای مثال، جک دیویس، دانشجوی طراحی محصول از دانشگاه ناتینگهام ترنت است. او اسکیت برد الکتریکی خود را با استفاده از قطعات چاپ شده سه بعدی ساخته است. اسکیت برد ارتقاء یافته او قابلیت های قابل مقایسه با یک اسکیت برد تجاری قابل فروش با حدود یک سوم قیمت آن را دارد.



## آموزش

تکنولوژی چاپ سه بعدی دارای پتانسیل بالایی در محیط های آموزشی است. با چاپ سه بعدی، دوره های آموزشی را می توان از طریق مقیاس های کوچک به دست آورد. این دانش آموزان را با تجربه عملی (و بسیار ارزشمند) زندگی واقعی روبرو می کند.

دانشجویان مهندسی هوا و فضا از دانشگاه گلاسگو با Rolls Royce همکاری کردند تا یک مدل کارآمد سه بعدی موتور جت تولید کنند. این مدل بازخورد سریع دانشجویان را در مورد تغییراتی که در طول عملیات آن انجام می شود در پی خواهد داشت، و به آنها کمک می کند تا تجربه عملی بسیار ارزشمندی را به دست آورند.



## طراحی محصول

با کمک چاپ سه بعدی، طراحان محصول به راحتی می توانند محصولات خود را بدون هزینه اضافی سفارشی کنند. آنها همچنین می توانند نمونه های عملکردی با کیفیت بالا را برای مدل مفهومی محصول جدید ایجاد کنند. این چرخه طراحی را تسریع می بخشد و ثابت می کند که ایده محصول، قبل از سرمایه گذاری بزرگتر، کار می کند.

به عنوان مثال، پل کوهلوسن یک نمونه اولیه عملکردی از دوربین نهایی خود را طراحی و ایجاد کرد. او قطعات دوربین را از مدل های مختلف ترکیب کرده و آنها را با یک بدنه چاپی سفارشی سه بعدی ادغام کرده است. او سپس ایده خود را در Kickstarter ارائه کرد تا بتواند به طور موفقیت آمیز برای پروژه اش هزینه کند.



## ابزار سازی صنعتی

توسعه مواد چاپی سه بعدی با مقاومت بالا و سختی بالا، همراه با توانایی ایجاد قطعات سفارشی به سرعت و با هزینه کم، چاپ سه بعدی را برای یافتن کاربردهای متعدد در زمینه ابزارهای صنعتی تحت فشار قرار داد. به عنوان مثال، چاپ سه بعدی امروزه برای تولید قالب های تزریق کم استفاده می شود. این قالب ها برای تولید چند صد قطعات (در مقایسه با ۱۰,۰۰۰+ قالب های فلزی) مورد استفاده قرار می گیرند، اما کم هزینه تر از یک قالب "سنتی" در می آیند و می توانند در یک شب تولید شوند. این باعث می شود که آنها برای حجم کم، تولید کم هزینه و یا آزمایش های کوچک برای تولید در مقیاس اصلی اجرا شوند.



## بهداشت و درمان

آیا می دانستید که امروزه در ایالات متحده سمعک ها تقریباً به طور انحصاری با استفاده از چاپ سه بعدی تولید می شوند؟ در حقیقت، شرکتهایی که تکنولوژی را به کار نگیرند، ار آنجاییکه نمی توانند در رقابت شرکت کنند، بسیار سریع از بازار کسب و کار خارج خواهند شد. زمینه های مراقبت های بهداشتی و اعضای مصنوعی از چاپ سه بعدی به میزان قابل توجهی بهره گرفته است.

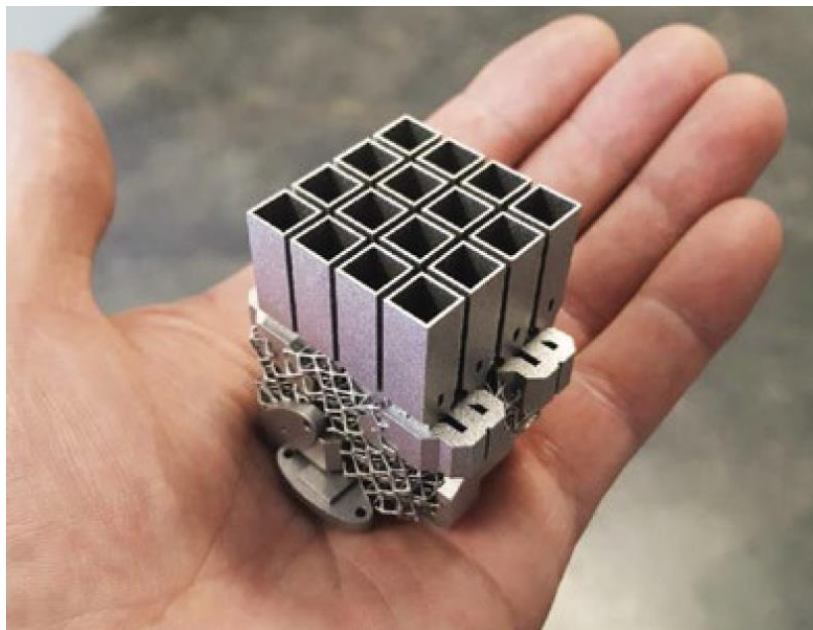
اشکال سفارشی، مانند سمعک، نیازی نیست که از طریق کار دستی انجام شود. با چاپ سه بعدی، می توان آنها را به سرعت از یک فایل دیجیتالی (به عنوان مثال با اسکن سه بعدی از بدن بیمار) تولید کرد. این هزینه های قابل ملاحظه ای را کاهش می دهد و زمان تولید نیز کمتر است.



## هوا-فضا

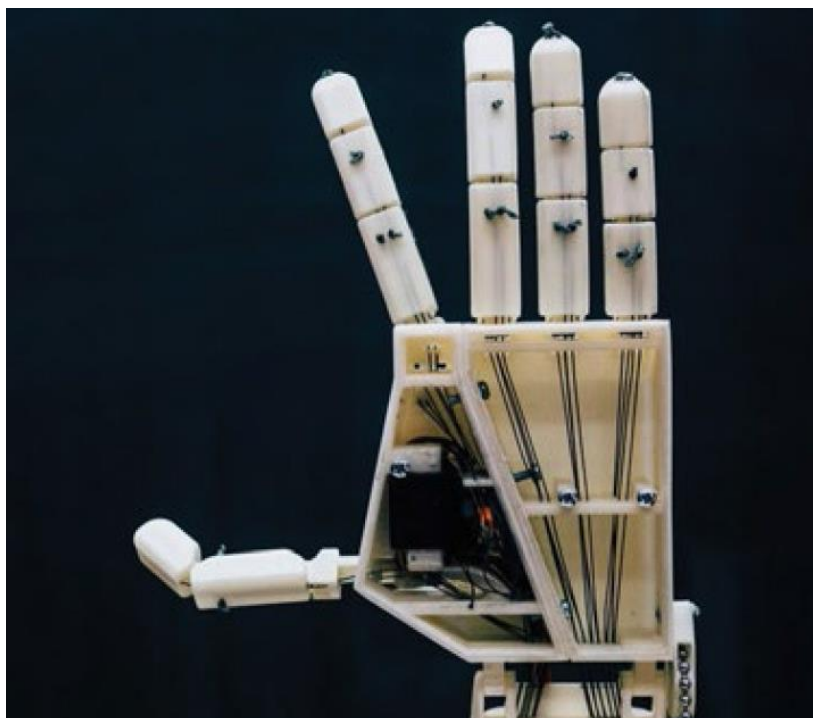
مهندسان در صنعت فضایی و هوافضا از چاپ سه بعدی برای تولید قطعات با کارایی بالا استفاده می کنند. توانایی ساخت ساختارهای بهینه سازی توپولوژی با نسبت مقاومت به وزن بالا و امکان ترکیب چندین اجزاء به یک بخش، به ویژه جذاب است.

Optisys LLC ارائه دهنده محصولات آنتن میکرو برای برنامه های کاربردی هوا فضا و دفاع است. آنها از چاپ سه بعدی فلزی برای کاهش تعداد قطعات گسسته از آرایه های آنتن ردیابی خود از ۱۰۰ به تنها ۱ استفاده کردند. با این ساده سازی، Optisys موفق به کاهش زمان نتیجه گیری از ۱۱ به ۲ ماه و در عین حال رسیدن به کاهش وزن ۹۵٪ شد.



## رباتیک

در زمینه رباتیک و اتوماسیون، بخشهای گوناگون سفارشی اغلب برای توسعه مکانیزمهای رباتیک جدید مورد نیاز هستند. چاپ سه بعدی به دلیل سرعت، آزادی طراحی و طراحی آسان آن، به یکی از تکنولوژی های اصلی تولید این صنعت تبدیل شده است. طیف وسیعی از گزینه های مواد با خواص منحصر به فرد، همچنین اجازه ایجاد ساختارهای منحصر به فرد، مانند "نرم" رباتها را می دهد.



Reference:

3D HUBS