Edited with the trial version of
PDFPro
To remove this notice, visit
www.pdfpro.co

خواه در تکنولوژی پرینت سه بعدی مبتدی باشید یا فقط به دنبال از بین بردن معدود شکاف‌های دانایی باشید خوشحالیم که در اینجا درنگ کرده‌اید. در حال حاضر بسیاری از ما از برخی جهات درباره‌ی پتانسیل پرینت سه بعدی چیزهایی شنیده‌ایم. اما با این راهنما اطلاعاتی را راجع به تاریخ و واقعیت پرینت سه بعدی – فرایندها، مواد و کاربردها- و نیز عقایدی را راجع به این که این تکنولوژی ممکن است تا کجا پیش رود ارائه می‌کنیم.

امیدواریم این راهنما را یکی از جامع‌ترین منابع پرینت سه بعدی موجود بیابید . صرف نظر از سطح مهارتتان در اینجا اطلاعات فراوانی وجود دارد که نیازهایتان را برآورده می‌کنند. حاضرید؟ پس بیایید شروع کنیم!

قسمت اول : اصول پرینت سه بعدی

پرینت سه بعدی – که به تولید افزایشی نیز معروف است- به نقل از فاینشال تایمز و دیگر منابع بصورت بالقوه بزرگ‌تر از اینترنت است. برخی بر این باورند که این امر درست است. بسیاری دیگر استدلال می‌کنند که پرینت سه بعدی بخشی از تبلیغات زیاد و فوق العاده‌ی پیرامون این حوزه‌ی تکنولوژی بسیار هیجان انگیز است. پس پرینت سه بعدی که بطور کلی از پرینترهای سه بعدی استفاده می‌کند واقعا چه چیزی است و به چه دردی می‌خورد؟

بررسی اجمالی

اصطلاح پرینت سه بعدی گروهی از فرایندها و تکنولوژی‌هایی را پوشش می دهد که طیف تمام و کمالی از قابلیت‌های تولید قطعات و محصولاتی با جنس‌های متفاوت را ارائه می‌کنند. اساسا، فصل مشترک همه‌ی این فرایندها و تکنولوژی‌ها روشی است که با آن تولید (لایه به لایه در فرایندی افزایشی) انجام می‌شود که با روش‌های تولید سنتی درگیر با روش‌های کاهشی و یا فرایندهای قالب‌ریزی و ریخته‌گری در تضاد است. کاربردهای پرینت سه بعدی تقریبا بصورت روزانه در حال ظهور هستند و نظر به این که این تکنولوژی به نفوذ گسترده‌تر و عمیق‌تر در بخش‌های صنعتی، بازار و مصرف‌کننده ادامه می‌دهد بر آن است که رشد کند. اکثر مفسران مشهورِ این بخش تکنولوژی بر این امر توافق دارند که از امروز تنها شروع به درک پتانسیل پرینت سه بعدی کرده‌ایم. نیکانو که یک سرویس خدماتیست سعی دارد منبع رسانه‌ای قابل اطمینان پرینت سه بعدی باشد و آخرین اخبار، دیدگاه‌ها، توسعه‌ی فرایندها و برنامه‌های کاربردی را به محض ظهورشان در این عرصه مهیج ارائه کند. این مقاله‌ی بررسی اجمالی، اطلاعاتی قابل اطمینان از سابقه‌ی پرینت سه بعدی راجع به چیستی چاپ سه بعدی (تکنولوژی‌ها، فرایندها و مواد)، تاریخ آن، حوزه های کاربرد و منافع آن را در اختیار مخاطبان قرار می دهد.

مقدمه: پرینت سه بعدی چیست؟

Edited with the trial version of
PDFPro
To remove this notice, visit
www.pdfpro.co

تکنولوژی احتمالا بیش از هر عرصه‌ی دیگری زندگی اخیر بشر را تحت تاثیر قرار داده است. چراغ برق، موتور بخار و یا حتی اخیرتر ماشین‌ها و هواپیماها و علاوه بر این ظهور اینترنت را در نظر بگیرید. این تکنولوژی ها زندگیمان را از بسیاری جهات بهتر کرده اند، راه‌ها و امکانات جدیدی را گشوده‌اند ولیکن معمولا گاهی دهه‌ها وقت می‌برد تا ماهیت مخرب این تکنولوژی ها آشکار شود.

در بسیاری موارد اعتقاد بر این است که پرینت سه بعدی و یا تولید افزایشی (AM) جهت تبدیل شدن به یکی از این تکنولوژی‌ها دارای پتانسیل زیادی است. چاپ سه بعدی هم اکنون در بسیاری شبکه‌های تلویزیونی، در روزنامه‌های متداول درمیان منابع آنلاین پوشش داده شده است. آیا آنطور که برخی افراد راجع به ماهیت واقعی چاپ سه بعدی ادعا می‌کنند، این تکنولوژی به تولید سنتی آنطور که آن را می‌شناسیم پایان خواهد داد، آیا طراحی را منقلب خواهد کرد و پیامدهای ژئوپلیتیکی، اقتصادی، اجتماعی، جمعیت‌شناسی، محیطی و امنیتی را بر زندگی روزانه‌یمان تحمیل خواهد کرد؟

اصلی‌ترین و متمایزکننده ترین اصل پشتیبان پرینت سه بعدی این است که این تکنولوژی فرایند تولید افزایشی و در واقع کلیدی است زیرا چاپ سه بعدی روش تولیدی اساسا متفاوتی است که مبتنی بر تکنولوژی پیشرفته‌ای است که قطعات را به صورت افزایشی، در لایه‌هایی با مقیاس کمتر از میلی‌متر روی هم می‌سازد. این تکنیک اساسا با هر نوع تکنیک تولید سنتی دیگری متفاوت است.

تولید سنتی محدودیت‌هایی دارد که در بسیاری موارد مبتنی بر نیروی کار و ایدئولوژی «دست‌ساز» است که به خاستگاه‌های لغت کلمه‌ی فرانسوی « Manufacturing به معنی تولید» بر می‌گردد. به هر حال، دنیای تولید تغییر یافته است و فرایندهای خودکاری نظیر براده برداری، ریخته‌گیری، شکل‌دهی و قالب ریزی همگی فرایندهای (نسبتا) جدید و پیچیده‌ای هستند که نیازمند ماشین، کامپیوتر و تکنولوژی روبوت هستند.

به هر حال کلیه‌ی این تکنولوژی‌ها خواه جهت بدست آوردن خود محصول و یا تولید ابزاری برای فرایندهای قالب‌گیری یا ریخته‌گری باشند نیازمند کاستن ماده از بلوکی بزرگ تر هستند و این امر در کل فرایند تولید، محدودیتی جدی ایجاد می کند.

طراحی سنتی و فرایندهای تولید برای بسیاری کاربردها، محدودیت‌های غیرقابل قبولی از جمله ابزارسازی گران همانطور که در بالا به آن اشاره شد، تجهیزات و نیاز به مونتاژ کردن قسمت‌های پیچیده را تحمیل می‌کند. بعلاوه، فرایندهای کاهشی نظیر برداه برداری، می‌توانند تا ۹۰ درصد باعث هدررفت بلوک ماده‌ی اولیه شوند. در مقابل، پرینت سه بعدی فرایند ایجاد مستقیم اشیاء با اضافه کردن لایه به لایه‌ی ماده به شیوه‌های گوناگون است که این شیوه‌ها به تکنولوژی مورد استفاده بستگی دارند.

برای سادسازی ایده‌ی پرینت سه بعدی برای هر کسی که هنوز دارد جهت درک این مفهوم تلاش می کند (و افراد زیادی از این دست هستند) می‌توان آن را به فرایند ساختن خودکار چیزی با بلوک‌های لگو ربط داد.

Edited with the trial version of
PDFPro
To remove this notice, visit
www.pdfpro.co

پرینت سه بعدی تکنولوژی را قادر می سازد تا با آزادی بی سابقه‌ی طراحی ، ابتکارات را ترویج و استنتاج کند و درعین حال فرایندی کم ابزار باشد که هزینه‌های سنگین و زمان فراوری را کاهش می‌دهد. بویژه جهت جلوگیری از شرایط مونتاژ کردن با هندسه ی بغرنج می‌توان اجزا را طراحی کرد و ویژگی‌های پیچیده را بدون هزینه‌ی اضافی درست کرد. پرینت سه بعدی همچنین بصورت تکنولوژی انرژی بهره‌وری ظاهر می‌شود که می‌تواند با استفاده از ۹۰درصد مواد استاندارد، هم از لحاظ خود فرایند تولید و هم در سرتا سر زندگی عملیاتی محصول از طراحی‌های سبک‌تر تا سخت‌تر، سودمندی‌های زیست محیطی ارائه کند.

در سال های اخیر، با دسترسی بیش‌تر شرکت‌های کوچک و حتی افراد به تکنولوژی‌ها، پرینت سه بعدی از مرز فرایندی تولیدی و نمونه سازی گذشته است.

سابقا بعلت‌های اقتصادی و مقیاسی تنها حوزه‌ی شرکت‌های عظیم و چند ملیتی صاحب پرینتر سه بعدی بودند اما اکنون می‌توان پرینترهای سه بعدی کوچک‌تر (پرینترهایی با قابلیت کمتر) را تا زیر ۴ میلیون تومان (۱۰۰۰ دلار) خریداری کرد. این امر درهای تکنولوژی را به روی مخاطبان بسیار وسیع‌تری گشود و از آنجایی که نرخ پذیرش تصاعدی از تمام جهات همچنان با شتاب پیش می‌رود، سیستم‌ها، مواد، برنامه‌های کاربردی، سرویس‌ها و وسایل جانبی بیش‌تر و بیش‌تری در حال ظهورند.

قسمت دوم : تاریخچه پرینت سه بعدی

تازه‌ترین تکنولوژی‌های پرینت سه بعدی در اواخر دهه‌ی ۱۹۸۰ نمایان شدند که در آن زمان تکنولوژی‌های نمونه‌سازی سریع(Rapid Prototyping به اختصار RP) نامیده می‌شدند. این نامگذاری به این دلیل بود که این فرایند اساسا بعنوان روشی سریع و مقرون‌بصرفه‌تر برای ایجاد نمونه‌های آزمایشی برای توسعه‌ی تولید در صنعت تلقی می شد. ناگفته نماند که اولین درخواست ثبت اختراع تکنولوژی RP توسط دکتر Kodama در می ۱۹۸۰ در ژاپن ثبت شد. متاسفانه برای دکتر کوداما، مشخصات و ویژگی‌های اختراع قبل از مهلت یک ساله‌ی بعد از درخواست ثبت نشد، این امر مخصوصا برای او که وکیل ثبت اختراع بود مصیب آمیز بود. با این حال، بعبارت واقعی، خاستگاه‌های پرینت سه بعدی را می‌توان تا سال ۱۹۸۶ دنبال کرد یعنی تا زمانی که اولین حق ثبت اختراع برای دستگاه استریو لیتوگرافی (SLA) صادر شد. این حق ثبت اختراع به

Edited with the trial version of
PDFPro
To remove this notice, visit
www.pdfpro.co

Charles (Chuck) Hull که اولین ماشین SLA خود را در سال ۱۹۸۳ اختراع کرد تلعق داشت. هول به شرکت ۳DSystems که به صورت مشترک بنیان‌گذاشته شده بود رفت. این شرکت امروزه یکی از نیرومند ترین و بزرگ‌ترین سازمان‌های فعال در بخش پرینت سه بعدی است.

اولین سیستم RP تجاری شرکت ۳D System، یعنی SLA-1 در سال ۱۹۸۷ معرفی شد و در پی آزمایش‌هایی سخت، اولین محصول این سیستم‌ها در سال ۱۹۸۸ فروخته شد. همانطور که در هر تکنولوژی جدیدی معمول است، در حالی که SLA می‌تواند ادعا کند که آغازگر این راه بوده، ملاحظه شد که تکنولوژی RP تنها تکنولوژی تحت توسعه در آن زمان نبوده است بلکه در سال ۱۹۸۷، کارل دکارت (Carl Deckart) نیز که در دانشگاه تگزاس کار می‌کرد، حق ثبت اختراعی را برای فرایند RP پخت لیزر انتخابی(SLS) در آمریکا ثبت کرد. این حق ثبت امتیاز در سال ۱۹۸۹ صادر شد و SLS بعدا تحت لیسانس DMT Inc در آمد که خود توسط شرکت ۳D Systmes خریداری شد. ۱۹۸۹ همچنین سالی بود که اسکات کرومپ (Scott Crump) یکی از بنانگذاران Stratasys حق ثبت امتیازی را برای مدل‌سازی رسوب ذوب شده (Fused Deposition Modeling) ثبت کرد. این تکنولوژی، تکنولوژی اختصاصی است که امروزه نیز در دست همین شرکت است ولیکن بر اساس مدل RepRap منبع باز که امروزه فراوانند، این فرایند توسط ماشین‌های سطح ورودی نیز بکار برده می‌شود. حق ثبت امتیاز FDM در سال ۱۹۹۲ برای Stratasys صادر شد. در اروپا، در سال ۱۹۸۹ شکل گیری EOS GmbH نیز مشاهده شد. این شرکت توسط هنس لنگر (Hans Langer) در آلمان بنیان گذاشته شد. بعد از کمی وقت‌گذرانی با فرایندهای SL، تمرکز EOS بشدت بر فرایند پخت لیزری (Laser Sintering) معطوف شد و این شرکت همچنان بیش از پیش به موفقیت دست می‌یافت. امروزه، سیستم‌های EOS در سرتاسر جهان به خروجی کیفیت نمونه‌سازی صنعتی و برنامه‌های کاربردی تولید چاپ سه‌بعدیش معروف است.

تکنولوژی‌های پرینت سه بعدی دیگری نیز در طی این سال‌ها پدیدار شدند. این تکنولوژی‌ها عبارتند از تولید ذرات پرتابی (BMP) که ابتدا توسط ویلیم مستر (William Master) حق ثبت اختراع گرفت، تولید شیء لامینیتی (SGC) که توسط ایتزاک پومرانتز و همکاران حق ثبت امتیاز گرفت و «پرینت سه بعدی» (۳DP) که در ابتدا توسط امانوئل ساشز و همکاران (Emanuel Sachs et al.) حق ثبت امتیاز گرفت. نوزده تکنولوژی اخیر گواه بر تعداد رو به رشد شرکت‌های رقیب در بازار RP بودند اما فقط سه تا از تکنولوژی‌های اصلی تا به امروز باقی مانده‌اند که عبارتند از EOS، ۳DSystems و Stratasys.

Edited with the trial version of
PDFPro
To remove this notice, visit
www.pdfpro.co

سرتاسر دهه‌ی ۱۹۹۰ و اوایل دهه‌ی ۲۰۰۰، ارائه‌ی تکنولوژی‌های جدیدی که همچنان بر کاربردهای صنعتی تمرکز می کردند ادامه یافت و در حالی که این تکنولوژی‌ها هنوز تا حد زیادی برای کاربردهای نمونه‌سازی مناسب بودند ولیکن R&D نیز توسط ارائه دهندگان تکنولوژی پیشرفته‌ی مربوط به نیازهای ابزارسازی خاص، ریخته‌گری و برنامه‌های کاربردی تولید مستقیم ایجاد شد.این تکنولوژی ظهور اصطلاح جدیدی را شاهد بود که به ترتیب ابزارسازی سریع(RT)، ریخته‌گری سریع (RT) و تولید سریع (RM) نام داشتند.

از لحاظ عملکردهای تجاری، Sanders Prototype (که اخیرا با نام Solidsapceشناخته می‌شود) و ZCorporation در سال ۱۹۹۶ راه اندازی شدند، Arcam در سال ۱۹۹۷ تاسیس شد، Objet Geometries در سال ۱۹۹۸ راه‌اندازی شد، در سال ۲۰۰۰، OEM (MCP Technologies ریخته‌گری در خلاء) تکنولوژی SLM را معرفی کرد. EnvisionTecدر سال ۲۰۰۲ بنیان نهاده شد، ExOne در سال ۲۰۰۵ بعنوان محصول فرعی شرکت Extrude Hone ثبت شد و Sciaky Inc، براساس تکنولوژی جوشکاری پرتو الکترونی اختصاصی اش در فرایند افزایشی پیشگام بود. این سه شرکت همگی به بالا بردن رتبه‌های شرکت‌های غربی عامل در میان بازار جهانی کمک کردند. این اصطلاح (تولید افزایشی) نیز همراه با تکثیر کاربردهای تولیدی ایجاد شد و اصطلاح غالب همه‌ی این نوع فرایندها «تولید افزایشی» (AM) بود. قابل ذکر است که بسیاری توسعه‌های موازی نیز در نیمکره‌ی غربی رخ دادند. به هر حال، این تکنولوژی‌ها گرچه به خودی خود مهم بودند و به برخی موفقیت‌های محلی دست یافتند ولیکن در آن زمان واقعا بر بازار جهانی تاثیری نگذاشتند.

ابتدا تکنولوژی‌های پرینت سه بعدی سیستم‌های بسیار گرانی بودند که برای تولید بخش قطعات پیچیده، با ارزش و با مهندسی بالا طراحی شده بودند. این امر همچنان ادامه دارد و در حال رشد است ولیکن نتایج این تکنولوژی اکنون در کاربردهای تولیدی در میان بخش‌های جواهرات ظریف، هوا و فضا، صنعت اتومبیل‌سازی و پزشکی در حال نمایان شدند هستند. هنوز مسئله‌ی بزرگی پشت درهای بسته و یا تحت پیمان‌های عدم افشا باقی مانده‌اند. در سوی دیگری از طیف، برخی از تولیدکنندگان سیستم پرینت سه بعدی به قول خودشان در حال ایجاد و توسعه‌ی «مدل‌سازهای مفهومی» بودند و مخصوصا، پرینترهای سه بعدی ای وجود داشتند که بر بهبود توسعه‌ی مفهوم و نمونه سازی کاربردی تاکید داشتند. این پرینترها مخصوصا بعنوان سیستم‌های اداری، کاربرپسند و مقرون به صرفه توسعه داده می‌شدند و مقدمه‌ی ماشین‌های دسکتاپی امروزه

بودند. به هر حال، این سیستم‌ها هنوز خیلی خاص بودند و به درد کاربردهای صنعتی نمی خوردند.با نگاهی به گذشته درمی‌یابیم که این امر آرامش قبل از توفان بوده است.

در بخش‌های کم قیمت بازار- پرینتر های سه بعدی هم اکنون در حیطه‌ی متوسط قیمت‌ها هستند- همرا با بهبودهای افزایشی در دقت چاپ، سرعت و مواد، جنگ قیمتی نیز پدیدار شد.

در سال ۲۰۰۷، بازار اولین پرینتر سه بعدی زیر ۱۰۰۰۰ دلاری محصول ۳D System را به چشم دید اما این سیستم تقریبا هیچگاه آنطور که انتظار می‌رفت به موفقیت دست نیافت. این عدم موفقیت بخشی به دلیل خود سیستم بود اما دیگر تاثیرات بازار نیز دخیل بودند. در آن زمان جام مقدس به چاپگری با قیمت زیر ۵۰۰۰ دلار داده شد- این امر به دیده‌ی کاربران و صاحبنظران بعنوان کلیدی جهت گشودن درهای تکنولوژی پرینت سه بعدی به روی مخاطبان بیش‌تری نگریسته شد. برای بسیاری در آن سال، ورود Desktop Factory که به شدت مورد انتظار بود – و بسیاری پیش بینی می کردند بدست‌آورنده‌ی آن جام باشد- منادی سیستمی مورد انتظار بود. از آنجایی که این سازمان از رسیدن به تولید بازماند، این سیستم به جایی نرسید. Desktop Factory و رهبر آن، کتی لوییس (Cathy Lewis) در سال ۲۰۰۸ توسط ۳D Systems خریداری شد . همانطور که معلوم شد، سال ۲۰۰۷ در واقع سالی بود که در تکنولوژی پرینت سه بعدیِ قابل دسترس، نقطه‌ی عطفی را نشان داد- گرچه در آن زمان سیستم‌های معدودی محقق شدند- چنانکه RepRap پا گرفت.

دکتر بویر (Dr Bowyer) مفهوم RepRap منبع باز را در اویل سال ۲۰۰۴ پرینتری خود تکرار تلقی کرد. این دانه در سال‌های متعاقب همراه با تلاش سخت تیمش که از میان آن‌ها ویک الیور و ری جونز (Vik Oliver and Rhys Jones) را می‌توان نام برد جوانه زد. همکاران او این مفهوم را از طریق نمونه‌های آزمایشی در حال کار پرینتر سه بعدی ای که از فرایند رسوب استفاده می‌کردند توسعه دادند. سال ۲۰۰۷ سالی بود که جوانه‌ها سربر اوردند و جنبش اولیه و منبع باز پرینت سه بعدی شروع به نمایان شدن کرد.

اما تنها در ژانویه‌ی ۲۰۰۹، اولین پرینتر سه بعدی که از لحاظ تجاری قابل دسترس باشد – به شکل کیت و بر اساس مفهوم RepRap- برای فروش عرضه شد. این پرینتر ، پرینتر سه بعدی BfB RapMan بود. به فاصله‌ی اندکی و در آپریل همان سال، Marketbot Industries عرضه شد که بنیانگذاران آن بشدت مشغول توسعه‌ی RepPap بودند تا وقتی که از فلسفه‌ی منبع باز که تابع سرمایه گذاری زیادی بود جداشدند. تا سال ۲۰۰۹، گروهی از پرینترهای رسوبی مشابه با امتیاز فروش منحصربفرد (USPها) ظاهر شدند و آن‌ها نیز همان روند را دنبال کردند. دوگانگی جالب در این اینجا این است که در حالی که پدیده‌ی RepRap باعث رشد کل بخش تجاری شده است، چاپگرهای سطح ورودی، صفات و خصوصیات انجمن RepRap همگی درباره‌ی توسعه‌های منبع باز پرینت سه بعدی و اجتناب از تجاری‌سازی است.

سال ۲۰۱۲ سالی بود که دیگر فرایندهای پرینت سه بعدی در سطح ورودی بازار معرفی شدند اول B9Creator (که از تکنولوژی DPL استفاده می‌کند) در ژوئن و بعد از آن Form1 (که از تکنولوژی SLA استفاده می‌کند) در دسامبر به بازار آمد. هر دوی این فرایندها با تامین مالی سایت Kickstarter راه‌اندازی شدند و هر دو به موفقیت‌های عظیمی دست‌یافتند. بعنوان نتیجه‌ای از واگرایی بازار، پیشرفت‌های مهم دارای قابلیت و کاربرد در سطح صنعتی ، افزایش آگاهی و درک جنبش رشد بازار، سال ۲۰۱۲ نیز سالی بود که کانال‌های رسانه‌ای اصلی متفاوتی به این تکنولوژی پرداختند. سال ۲۰۱۳ سال رشد قابل ملاحظه و تحکیم بود. یکی از قابل توجه‌ترین حرکات خرید Makerbot توسط Stratasys بود.

تکنولوژی پرینت سه بعدی از سوی برخی افراد بعنوان دومین، سومین و یا حتی چهارمین انقلاب صنعتی وعده داده شده‌است. به هرحال آنچه را که نمی‌توان انکار کرد تاثیری است که پرینت سه بعدی بر روی بخش صنعتی دارد و پتانسیل عظیمی است که این تکنولوژی برای آینده‌ی مصرف‌کنندگان نشان می‌دهد. این که این تکنولوژی چه شکل پتانسیلی به خود می‌گیرد در حال آشکار شدن است.

قسمت سوم : تکنولوژی پرینت سه بعدی

نقطه‌ی آغاز هر گونه فرایند پرینت سه بعدی، مدل دیجیتالی سه بعدی ای است که می‌توان آن را با استفاده از انواعی از برنامه‌های سه بعدی ساخت و یا با اسکنری سه‌بعدی اسکن کرد. آنگاه این مدل به لایه‌هایی بُرش داده می‌شود و بدین وسیله این طراحی به فایلی که توسط پرینتر سه بعدی قابل قرائت باشد تبدیل می‌شود. آنگاه مواد فرآوری شده توسط پرینتر سه بعدی مطابق با طراحی و فرایند لایه لایه چیده می‌شوند. همانطور که گفته شد، انواع متفاوتی از فناوری‌های پرینت سه بعدی وجود دارند که جهت ساختن شیء نهایی مواد مختلفی را به روش‌هایی متفاوت به عمل می آورند. پلاستیک‌های کاربردی، فلزات، سرامیک‌ها، و ماسه هم اکنون همگی به صورت روزانه برای نمونه‌سازی صنعتی و کاربردهای تولیدی بکار برده می‌شوند. تحقیقاتی نیز برای پرینت سه بعدی زیست موادها و انواع متفاوتی از غذاها در حال انجام هستند. بطور کلی، در سطح اولیه‌ی بازار (سطحی با قیمت کمتر و طراحی ساده‌تر) مواد محدودتر هستند. در حال حاضر پلاستیک (معمولا ABS -آکریلونیتریل بوتادین استایرن- و PLA اسید پلی‌اکتیک) تنها ماده‌ی با استفاده‌ی گسترده است ولیکن تعداد رو به رشدی از دیگر مواد از جمله نایلون نیز وجود دارند. همچنین تعداد رو به رشدی از ماشین‌های ساده و کم قیمتی وجود دارند که برای مواد غذایی نظیر شکر و شکلات سازگار شده‌اند.

پرینت سه بعدی چطور کار می‌کند؟

هر یک از انواع متفاوت پرینترهای سه بعدی تکنولوژی متفاوتی را بکار می‌برند که مواد مختلف را به روش‌هایی گوناگون به عمل می‌آورد. درک این نکته مهم است که یکی از اساسی‌ترین محدودیت‌های پرینت سه بعدی – از لحاظ مواد و کاربردها- این است که هیچ راهکاری برای حل همه‌ی مشکلات وجود ندارد. به عنوان مثال، برخی پرینترهای سه بعدی مواد پودری (نایلون، پلاستیک، سرامیک و فلز) را به عمل می آورند که از منبع نور/گرما جهت تف جوش دادن/ ذوب کردن و گداختن لایه‌هایی از پودر به شکلی تعیین شده استفاده می‌کنند. دیگر فناوری‌ها مواد رزین پلیمر را به عمل آورده و بعلاوه از لیزر/ نور نیز جهت سفت کردن رزین در لایه‌هایی بسیار نازک استفاده می‌کنند. پرتاب قطرات ریز نیز فرایند پرینت سه بعدی دیگری است که یادآور چاپ جوهر افشان دو بعدی است. ولیکن در این فرایند چاپ مواد برتر از جوهر هستند و از چسبی نیز جهت سفت کردن مواد استفاده می‌شود. احتمالا معمول‌ترین و پذیرفته‌شده‌ترین فرایند، فرایند رسوب است و توسط اکثریت پرینترهای سه بعدی ساده و ارزان بکار برده می‌شود. این فرایند پلاستیک‌ها، بطور معمول PLA یا ABS ، را به صورت رشته‌هایی از میان اکسترودر داغ بیرون می‌کشد تا لایه‌هایی را تشکیل داده و شکلی از پیش تعیین شده را ایجاد کند.

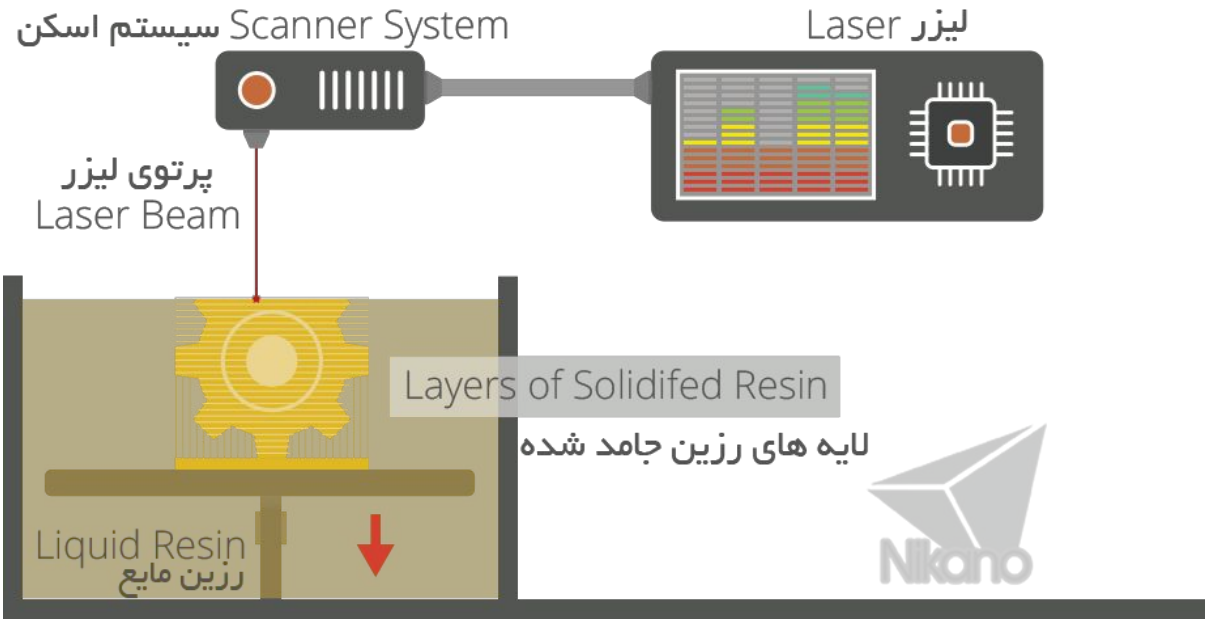
چون می‌توان بخش‌ها را به صورت مستقیم چاپ کرد، تولید اشیاء دقیق و پیچیده و اغلب با قابلیت عملیاتی توکاری و بدون نیاز به مونتاژ امکان‌پذیر است.

به هر حال، نکته‌ی مهم دیگری که باید بر آن تاکید کرد این است که هیچ یک از فرایندهای پرینت سه بعدی به صورت گزینه‌های امروزی پلاگ اند پلی وارد بازار نشده اند. قبل از فشردن دگمه‌ی چاپ مراحل بسیاری وجود دارند و بعد از بیرون آمدن قسمت‌ها از چاپگر این مراحل نادیده گرفته می‌شوند. صرف نظر از واقعیت‌های طراحی چاپگر سه بعدی، که می‌توانند طاقت‌فرسا باشند تهیه و تبدیل فایل نیز می‌تواند زمان‌بر و پیچیده باشد مخصوصا برای قسمت‌هایی که در طی فرایند ساخت نیازمند پشتیبانی‌های پیچیده هستند. به هر حال بروزرسانی‌ها و ارتقاءهای مستمر نرم افزاری برای این عملکردها وجود دارند و این وضعیت در حال پیشرفت کردن است.

علاوه بر این، خیلی از بخش‌ها به محض این که از پرینت سه بعدی بیرون می‌آیند باید تحت عملیات‌های پرداختی قرار گیرند. زدایش یکی از پرداخت‌های بدیهی برای فرایندهایی است که نیاز به پشتیبانی دارند اما دیگر پرداخت‌ها عبارتند از سنبادەکاری، لاک، رنگ و دیگر انواع پرداخت‌های سنتی که همه‌ی آن‌ها بطور معمول باید با دست انجام شوند و نیازمند مهارت، زمان و بردباری هستند.

قسمت چهارم : فرآیندهای پرینت سه بعدی

استریولیتوگرافی



استریولیتوگرافی (SL) عموما بعنوان اولین فرآیند پرینت سه بعدی شناخته می‌شود؛ و قطعا اولین روشی است که تجاری شد. SL فرآیندی لیزری است که با رزینهای فوتوپلیمری کار می‌کند که در برابر لیزر واکنش می‌دهند و عمل‌آوری می‌شوند تا خیلی درست و دقیق جامد شوند و قطعاتی بسیار دقیق تولید کنند. این مسیر فرآیندی پیچیده است، اما به بیان ساده رزین فوتوپلیمر در ظرفی نگهداری می‌شود که کفهٔ داخلی آن متحرک است. پرتوی لیزر در جهت محورهای X و Y در سطح رزین مایع و مطابق با داده‌های سه بعدی حرکت می‌کند که در اختیار پرینتر سه بعدی قرار گرفته‌اند (فایل .stl)، و دقیقا در مکانی

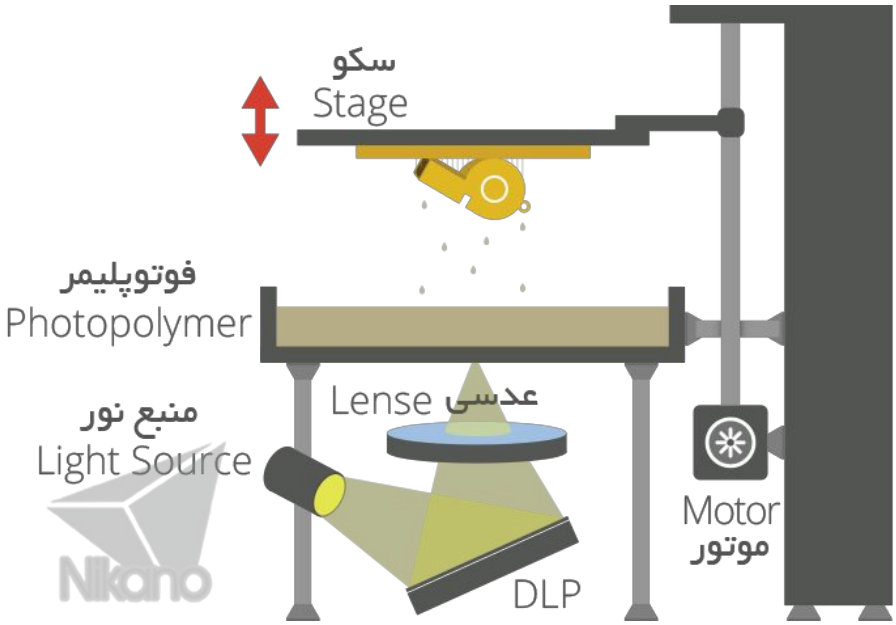
که لیزر به سطح رزین می‌تابد سطح رزین سخت می‌شود. وقتی یک لایه کامل شد، کفهٔ متحرک موجود در ظرف حاوی رزین (در جهت محور Z) اندکی پایین می‌رود و لایه بعدی با لیزر پیاده می‌شود. این روند ادامه می‌یابد تا کل شی تکمیل شود و بعد کفهٔ ظرف بالا می‌آید و از ظرف خارج می‌شود تا شی مورد نظر خارج شود.

بدلیل ماهیتِ فرآیندِ SL، بخشهایی از این قطعات به ساختارهای حمایتی(Support) نیاز دارند، خصوصا بخشهایی که به قسمتی از بخشهای فوقانی تکیه دارند یا بخشهایی که از قسمتهای زیرین جدا هستند. این ساختارها باید بصورت دستی خارج شوند.

در رابطه با مراحل عمل آوری ثانویه، بسیاری از اشیایی که بصورت سه بعدی و با استفاده از SL چاپ می‌شوند باید تمیز و عمل‌آوری شوند. این عمل‌آوری عبارت است از تابش نور شدید به قطعهٔ ساخته شده در ماشینی شبیه به فر تا به این ترتیب رزین کاملا سخت شود.

استریولیتوگرافی کلا بعنوان یکی از دقیقترین فرآیندهای پرینت سه بعدی محسوب می‌شود که در قطعات حاصله سطوح بسیار دقیقی شکل می‌گیرند. اما عوامل محدود کنندهٔ آن عبارتند از :ضرورتِ مراحل عمل‌آوری پس از ساخت و نیز ثبات و استحکام قطعات با گذشت زمان، چرا که ممکن است شکننده‌تر شوند.

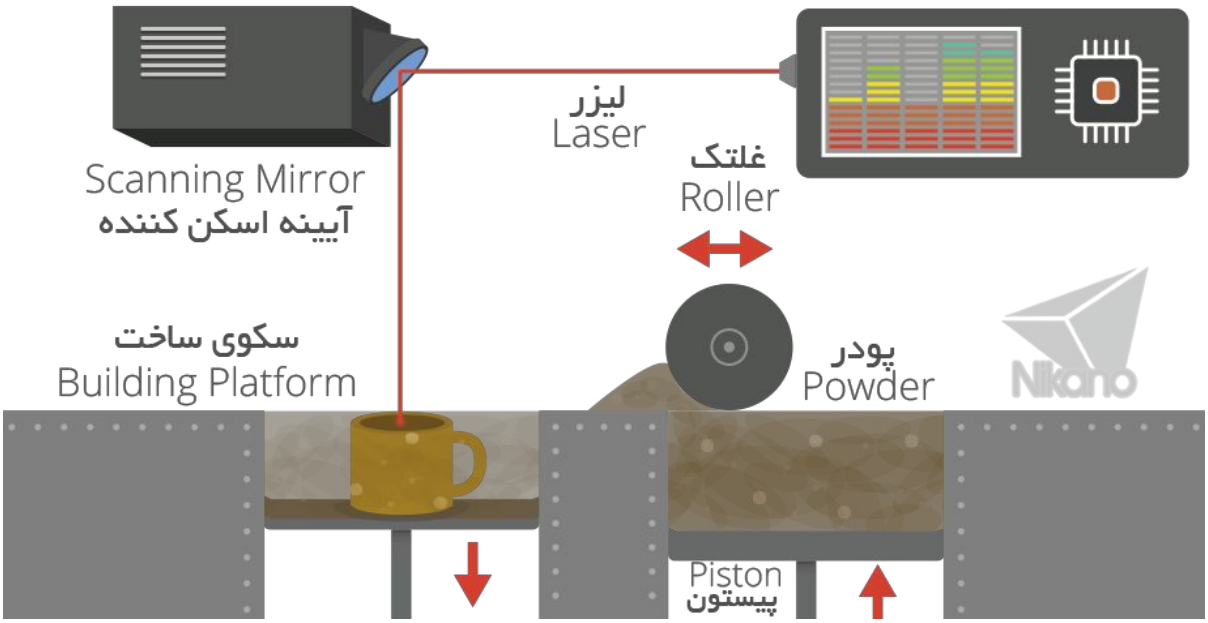
DLP



DLP (پردازش با نور دیجیتال) فرآیند پرینت سه بعدی است و چون با فوتوپلیمرها کار می‌کند به فرآیند استریولیتوگرافی شباهت دارد. تفاوت عمده آنها منبع نور است. DLP از منبع نور متداولتری مثل یک لامپ الکتریکی استفاده می‌کند، البته همراه با یک صفحه نمایش کریستال مایع یا آینه‌ای با قابلیت تغییر شکل (DMD) که برای تابش بر کل سطح ظرف حاوی رزین فوتوپلیمری در طی یک تابش استفاده می‌شود و باعث می‌شود این فرآیند از SL سریعتر باشد.

DLP همانند SL قطعاتی بسیار دقیق با ظرافتی بسیار عالی تولید می‌کند، اما از شباهتهای آنها می‌توان به این موضوع نیز اشاره کرد که مانند SL به ساختارهای حمایتی و مراحل عمل‌آوری ثانویه نیاز دارد. اما، برتری DLP نسبت به SL این است که ظرف رزینی کم عمقی نیاز است و به این ترتیب فرآیند چاپ را تسهیل می‌کند، که به اتلاف کمتر و هزینهٔ اجرای پایین‌تری نیز منجر می‌شود.

ذوب لیزری/ تَف‌جوشی لیزری Laser Sintering / Laser Melting



ذوب لیزری یا تَف‌جوشی لیزری اصطلاحاتی معادل یکدیگر هستند که به نوعی فرآیند پرینت سه بعدی لیزری اشاره دارند که با مواد پودر شده کار می‌کند. مطابق با داده‌های سه بعدی عرضه شده به این دستگاه، در امتداد محورهای X و Y در سراسر بستری پودری و حاوی مواد پودری بسیار فشرده لیزر تابیده می‌شود. ضمن بروز واکنش بین لیزر و سطح پودر این ذرات بصورت تفدیده با هم جوش می‌خورند یا در هم ادغام می‌شوند و جامد می‌شوند. با کامل شدن هر لایه کفهٔ ظرفِ حاوی پودر تدریجا پایین می‌رود و قبل از تابش بعدی لیزر روی لایهٔ بعدی، یک غلتک سطح پودر موجود بر روی بستر را صاف می‌کند، و به این ترتیب لایه بعدی تشکیل می‌شود و با لایه قبلی ادغام می‌شود.

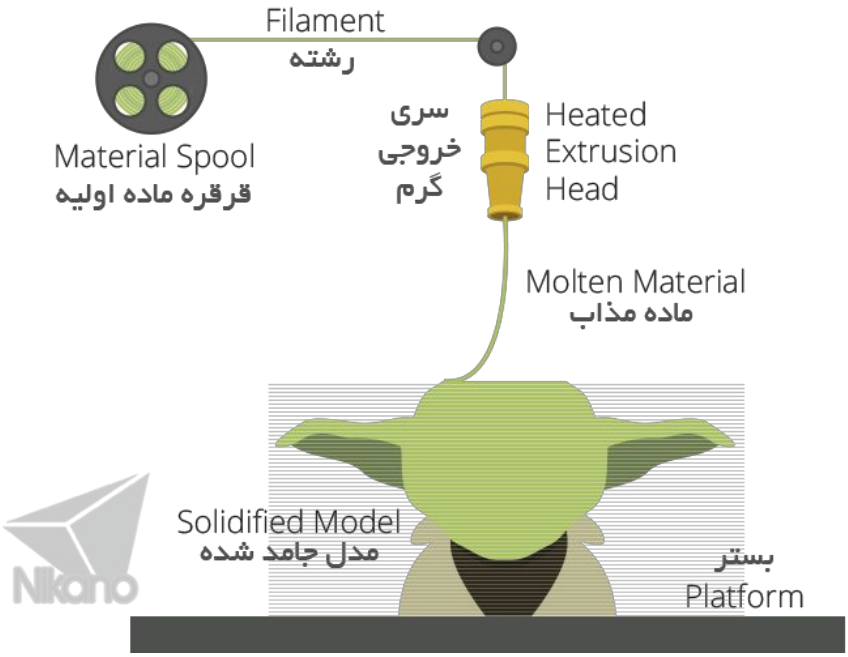
اتاقک ساخت کاملا نفوذناپذیر است چون حفظ دمایی بخصوص در حین این فرآیند کاملا ضروری است، یعنی دمایی که مختص به نقطه ذوب پودر مورد نظر است. وقتی فرآیند چاپ تمام می‌شود، کل بستر پودری از دستگاه خارج می‌شود و پودر اضافی دور ریخته می‌شود تا قطعات «چاپ شده» باقی بمانند. یکی از امتیازات اصلی این فرآیند این است که این بستر پودری خودش ضمن کار بعنوان ساختار حمایتی برای بخشهایی عمل می‌کند که به قسمتی از بخشهای فوقانی تکیه دارند یا از

قسمتهای زیرین جدا هستند، و بنابراین اشکال پیچیده‌ای که تولیدشان به هیچ روش دیگری میسر نیست با این فرآیند تولید می‌شوند.

اما، نقطه ضعفش این است که بدلیل دمای بالایی که برای تَف‌جوشی لیزری مورد نیاز است، زمان سرد شدن خیلی طول می‌کشد. بعلاوه، در این فرآیند ایجاد تخلخل همیشه مسئله بوده‌است، و هرچند در رابطه با ساختِ قطعاتِ کاملا متراکم پیشرفتهای قابل توجهی صورت گرفته‌است، در برخی برنامه‌های کاربردی هنوز هم نفوذ ماده‌ای دیگر به منظور بهبود ویژگیهای مکانیکی جسم حاصل ضرورت دارد.

روش تَف‌جوشی لیزری میتواند مواد فلزی و پلاستیکی را عمل‌آوری کند، هرچند تَف‌جوشی فلز به لیزری بسیار قدرتمندتر و ایجادِ دمای بالاتری در ضمن کار نیاز دارد. قطعاتی که به این روش تولید می‌شوند از قطعات ساخته شده با SL یا DLP خیلی محکمتر هستند، هرچند ظرافت و دقت موجود در سطح قطعات در این روش به کیفیت روشهای قبلی نیست.

خروج فشاری/FDM/FFF



پرینت سه بعدی با استفاده از ماده پلاستیک حرارتی بی‌شک متداولترین و شناخته شده‌ترین فرآیند پرینت سه بعدی است. محبوبترین نام برای این فرآیند «مدلسازی به روش رسوبِ جوش خورده» (FDM) است، اما بدلیل تازگی این فرآیند این نام یک نام تجاری است که توسط شرکتی به نام Stratasys ثبت شده‌است که اساسا ابداع کنندهٔ این روش محسوب می‌شود.

فناوری FDM که در شرکت Stratasys شکل گرفت، از اوائل دهه ۱۹۹۰ به کار برده می‌شود و امروزه یک فرآیند پرینت سه بعدی از نوع صنعتی محسوب می‌شود. اما، گسترش پرینترهای سه بعدی سری entry-level که از سال ۲۰۰۹ ظاهر شده‌اند نیز عمدتا از روند مشابهی استفاده می‌کند که کلا «ساخت بدون شکل» (FFF) نامیده می‌شود، اما از آنجائیکه مجوز ثبت اختراع هنوز به Stratasys تعلق دارد این کار به شکلی ابتدایی انجام می‌شود. اولین دستگاه‌های RepRap و تمام تکاملهای بعدی (منبع باز و تجاری) از روش خروج فشاری استفاده می‌کنند. اما، پس از اینکه Stratasys در رابطه با تخطی نسبت به حق اختراع انحصاری خود بر علیه Afinia شکایت کرد، این پرسش مطرح می‌شود که با توجه به اینکه همه دستگاهها در رابطه با تخطی از حق اختراع انحصاری بصورت بالقوه در خط آتش Stratasys قرار دارند، پس اکنون قسمتِ enrty-level در بازار چگونه توسعه خواهد یافت.

این فرآیند با ذوب رشتهٔ پلاستیکی انجام می‌شود که از طریق خروجی فشاری گرم این رسوب گذاری انجام می‌شود و هر بار یک لایه ساخته می‌شود که مطابق با داده‌های سه بعدی عرضه شده به چاپگر روی بستر ساخت ریخته می‌شود. هر لایه همزمان با رسوب گذاری سخت می‌شود و به لایه قبلی متصل می‌شود.

Edited with the trial version of
PDFPro
To remove this notice, visit
www.pdfpro.co

Stratasys مجموعه‌ای از مواد صنعتی اختصاصی را برای فرآیندهای FDM خودش ساخته است که برای برخی برنامه‌های کاربردی تولیدی مناسب هستند. در بخش مربوط به entry-level در بازار، مواد اولیه محدودتر هستند، اما این مجموعه نیز در حال افزایش است. متداولترین مواد اولیه برای پرینترهای سه بعدی سری entry-level از نوع FFF عبارتند از ABS و PLA.

فرآیندهای چاپ FDM/FFF در هر برنامه کاربردی که اَشکالی با بخشهایی جدا از قسمتهای زیرین دارند به ساختارهای حمایتی نیاز دارند. در FDM این مسئله مستلزم ماده‌ای ثانویه و محلول در آب است که باعث می‌شود پس از تکمیل کار این ساختارهای حمایتی(Support) به راحتی با آب شسته شوند. در حالت دیگر، امکان استفاده از مواد حمایتی شکستنی هم وجود دارد، که از طریق خرد کردن بصورت دستی از قطعه اصلی جدا می‌شوند. ساختارهای حمایتی (یا فقدان آنها) عموما محدودیتی برای پرینترهای سه بعدی سری entry-level از نوع FFF بوده است. اما، همزمان با تکامل و بهبود سیستمها در جهت استفاده از منافذ خروجی فشاری دوگانه، این مشکل کاهش می‌یابد.

فرآیندِ FDM از شرکت Stratasys از نظر مدلهای تولید شده فرآیندی مطمئن و درست و دقیق است که استفاده از آن در استودیو/دفاتر نسبتا آسان است، هرچند به عمل‌آوری ثانویهٔ گسترده‌ای نیاز دارد. همانطور که انتظار می‌رود، در سری entry-level فرآیند FFF مدلهایی تولید می‌کند که از درستی و دقت کمتری برخوردار هستند، اما اوضاع مدام رو به بهبود است.

شاید این فرآیند در مورد شکلهای خاص برخی از قطعات به آهستگی طی شود و اتصال لایه به لایه مشکل ایجاد کند و به تولید قطعاتی منجر شود که ضدآب نیستند. البته، عمل‌آوری ثانویه با استفاده از اَستون می‌تواند این مسائل را حل کند.

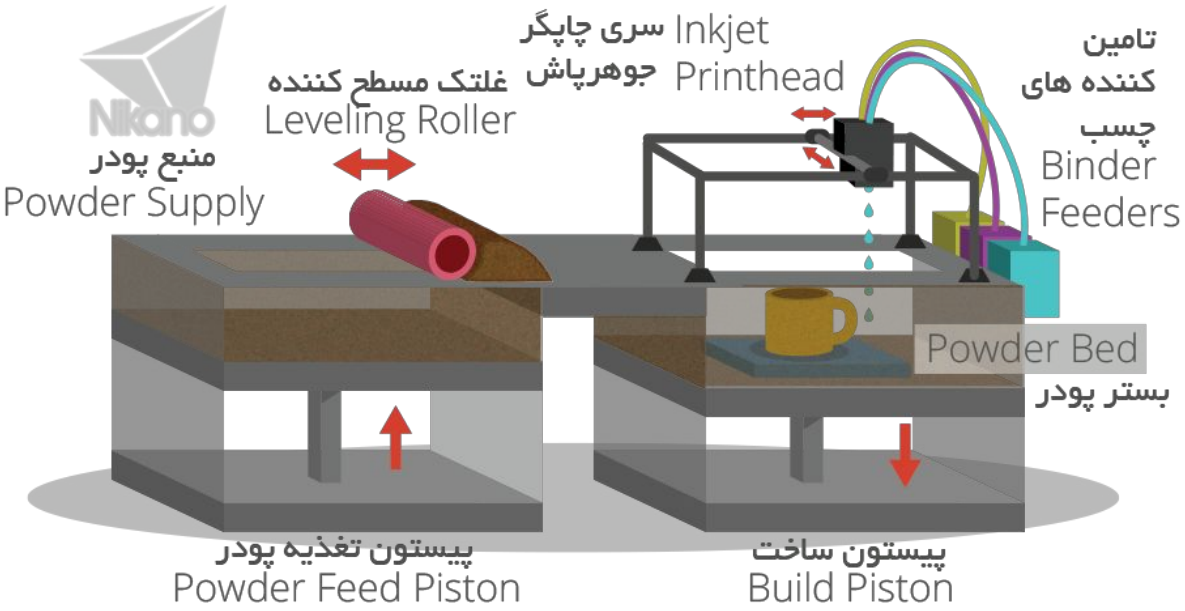
Inkjet یا جوهر پاش

www.sbargh.ir

دو فرآیند پرینت سه بعدی وجود دارند که از تکنیک پاشیدن استفاده می‌کنند.

Edited with the trial version of
PDFPro
To remove this notice, visit
www.pdfpro.co

Inkjet: Binder Jetting — جوهرپاش : پاشیدن چسب

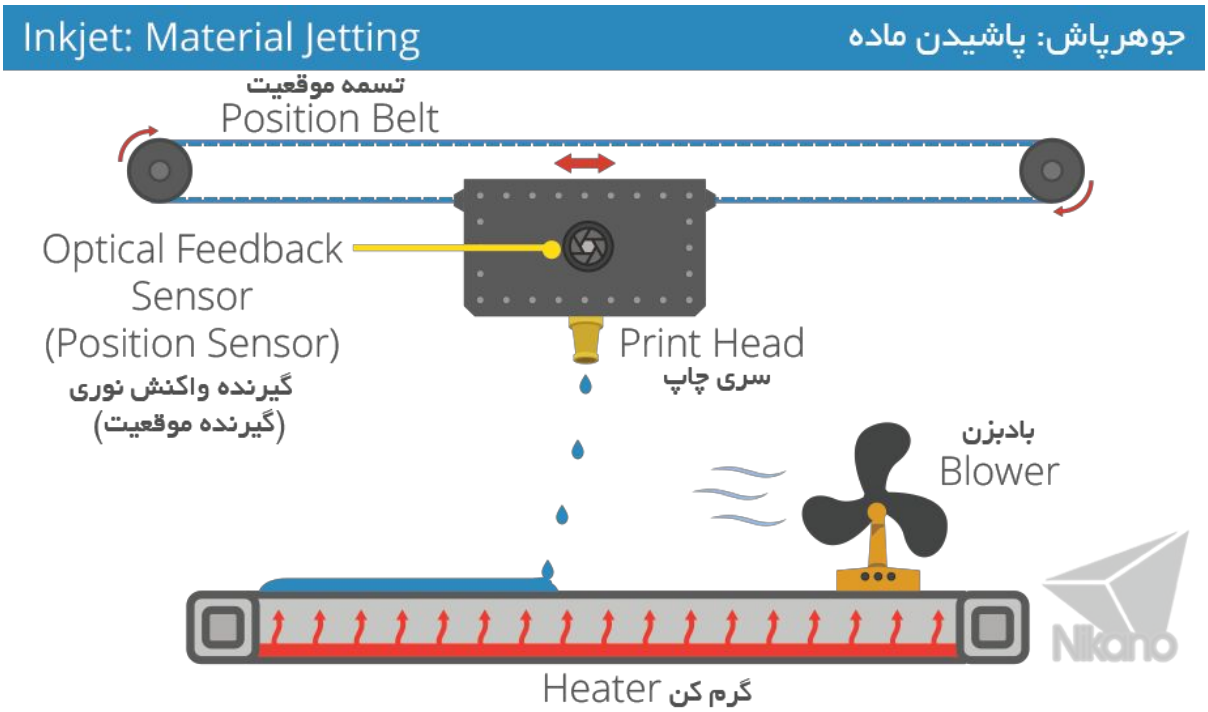


پاشیدن چسب: در این حالت ماده‌ای که پاشیده می‌شود نوعی چسب است و بصورت انتخابی روی بستر پودری از مادهٔ اولیهٔ سازندهٔ قطعه اسپری می‌شود تا در هر مرتبه آنها را بصورت تک لایه‌ای به هم متصل کند و به این ترتیب قطعه مورد نیاز را بسازد. همانند سایر سیستمهای دارای بستر پودری، وقتی یک لایه کامل می‌شود در اینجا هم بستر پودر تدریجا پایین می‌رود و قبل از اینکه منفذهای چسب پاش مجددا از روی پودر عبور کنند تا لایهٔ بعدی را بسازند و آنرا به لایهٔ قبلی متصل کنند، ابتدا یک غلتک یا تیغه پودرهای روی سطح بستر را صاف می‌کند.

امتیازات این فرآیند مانند SLS این امر را شامل می‌شود که نیاز به ساختارهای حمایتی ندارد، چون خود بستر پودری این عملکرد را انجام می‌دهد. ضمنا، در اینجا طیف مواد اولیهٔ مختلفی قابل استفاده هستند، از جمله سرامیک و مواد غذایی. مزیت بارزتر این فرآیند این است که به راحتی می‌توان تخته رنگی کامل را به آن افزود که می‌تواند به چسب اضافه شود.

اما، قطعاتی که مستقیما در این دستگاه ایجاد می‌شوند به اندازهٔ فرآیند تَف‌جوشی استحکام ندارند و برای مقاوم شدن به عملیات عمل‌آوری ثانویه نیاز دارند.

Edited with the trial version of
PDFPro
To remove this notice, visit
www.pdfpro.co

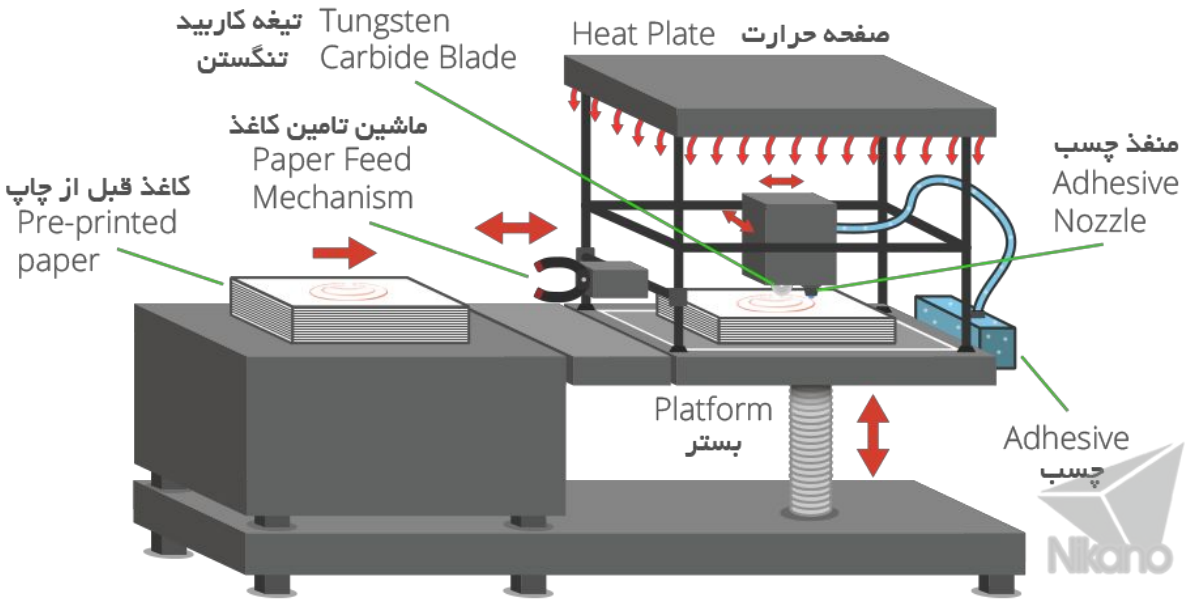


پاشیدن ماده: در طی این فرآیندِ پرینت سه بعدی، مواد سازندهٔ قطعه (به حالت مایع یا مذاب) بصورت انتخابی از طریق منفذهای اسپری کنندهٔ متعدد پاشیده می‌شوند (همزمان سایر منفذها مواد پشتیبان را می‌پاشند). اما، این مواد معمولا فوتوپلیمرهای مایعی هستند که پس از رسوبگذاری هر لایه با عبور نور فرابنفش عمل‌آوری و جامد می‌شوند.

ماهیتِ این محصول رسوبگذاری همزمان ِمجموعه‌ای از مواد را میسر می‌سازد، یعنی یک قطعه می‌تواند از موادی مختلف تولید شود که از خصوصیات و ویژگیهای مختلفی برخوردار هستند. پاشیدن ماده یک روش چاپ سه‌بُعدی بسیار دقیق است که قطعاتی دقیق با سطحی بسیار صیقلی تولید می‌کند.

لایه بندی رسوبگذاری انتخابی (SDL)

www.sbargh.ir



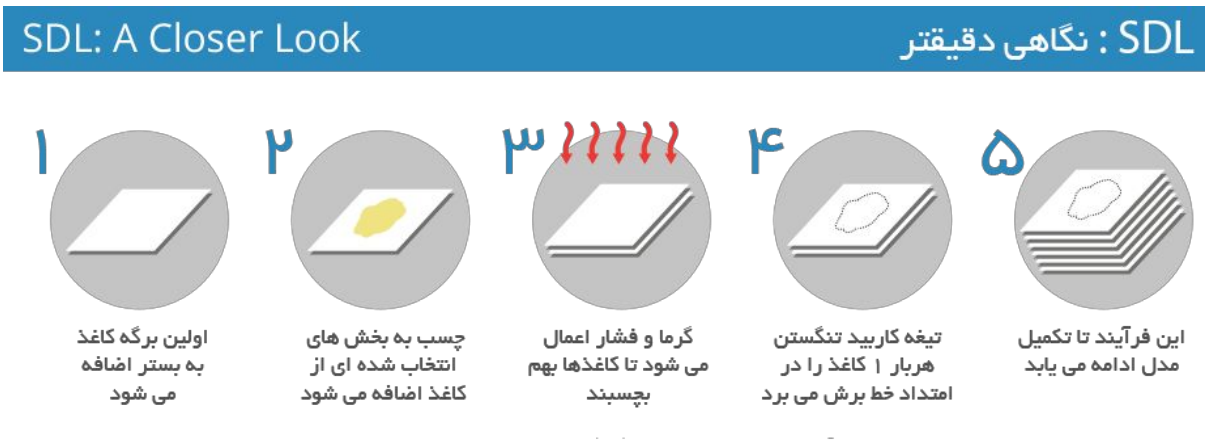
SDL یک فرآیند چاپ اختصاصی و تجاری است که با فناوری Mcor ساخته و تولید شده‌است. این وسوسه همیشه وجود دارد که این فرآیند با فرآیند تولید لایه‌ای شئی (LOM) مقایسه شود که در دهه ۱۹۹۰ توسطِ Helisys ابداع شد، چون این دو از نظر لایه بندی و شکل دادن به کاغذ به منظور تشکیل ِقطعهٔ نهایی به هم شباهت دارند. اما، شباهتهای این دو فرآیند تنها در همین حد است.

فرآیند چاپ سه‌بُعدی SDL قطعات را لایه به لایه و با استفاده از کاغذ کپی استاندارد می‌سازد. هر لایه جدید با استفاده از چسب به لایه قبلی متصل می‌شود و این چسب مطابق با داده‌های سه‌بُعدی عرضه شده به دستگاه بصورت انتخابی روی کاغذ ریخته می‌شود. یعنی روی بخشهایی که به قطعه تبدیل خواهند شد چسب متراکم‌تری ریخته می‌شود ، و روی نواحی اطراف آن چسب کم تراکم‌تری ریخته می‌شود که بعنوان ساختار حمایتی عمل می‌کنند («دورچینی» نسبتا ساده‌ای را تضمین می‌کند) یا در هنگام جداسازی از قطعه حمایت می‌کند.

پس از اینکه از طریق ماشین تامین کاغذ، برگهٔ کاغذِ جدیدی به درون چاپگر سه‌بُعدی وارد شد و روی چسبی قرار گرفت که بصورت انتخابی روی لایهٔ قبلی ریخته شده بود، آنگاه صفحهٔ ساخت بالا می‌رود تا به صفحهٔ حرارت برسد و فشار و گرما اعمال می‌شود. با این فشار اطمینان حاصل می‌شود که پیوند مثبتی بین دو برگهٔ کاغذ ایجاد شده‌است. سپس صفحه ساخت به ارتفاع ساخت باز می‌گردد و در این مکان تیغهٔ کاربید تنگستنی قابل تنظیم قرار دارد که همزمان با تبعیت از طرح شئی مورد

Edited with the trial version of
PDFPro
To remove this notice, visit
www.pdfpro.co

نظر هر بار یک برگه کاغذ را می‌برد و به این ترتیب لبه‌های قطعه را ایجاد می‌کند. وقتی این روند برش خاتمه می‌یابد، چاپگر سه‌بُعدی چسب لایه بعدی را می‌ریزد و کار به همین ترتیب ادامه می‌یابد تا قطعه مورد نظر تکمیل شود.



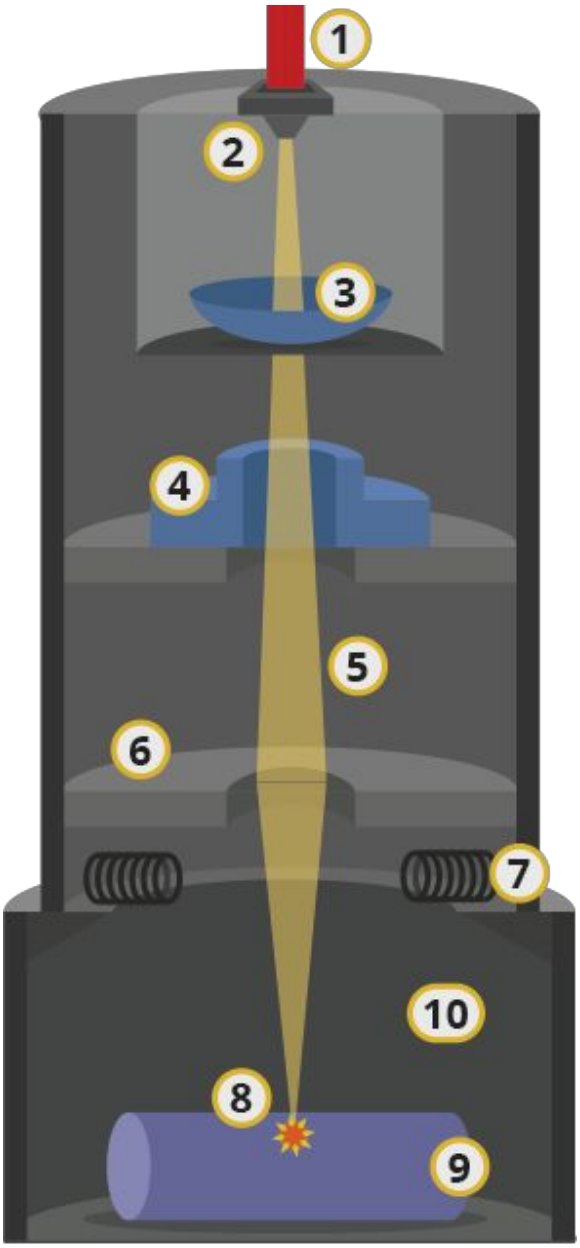
SDL یکی از معدود فرآیندهای چاپ سه‌بُعدی است که با استفاده از تخته رنگ CYMK قطعات ساخته شدهٔ سه‌بُعدی ِتمام رنگی تولید می‌کند. و از آنجائیکه قطعات از کاغذ استاندارد ساخته شده‌اند (به عمل‌آوری ثانویه نیاز ندارد) کاملا ایمن و دوستدار محیط زیست هستند. هر گاه باید اشکالی پیچیده ساخته شوند این فرآیند نمی‌تواند بخوبی با سایر فرآیندهای چاپ سه‌بُعدی رقابت کند ، و ضمنا اندازهٔ مادهٔ خام نیز عاملی محدود کننده برای اندازهٔ محصول محسوب می‌شود.

Edited with the trial version of
PDFPro
To remove this notice, visit
www.pdfpro.co

EBM

www.sbargh.ir

Edited with the trial version of
PDFPro
To remove this notice, visit
www.pdfpro.co



1. High Voltage Cable
کابل ولتاژ قوی
2. Incandescent Cathode
کاتد ملتهب
3. Bias Cup
جام اریب
4. Primary Anode
آند اولیه
5. Electron Beam
پرتوی الکترون
6. Focusing Coil
سیم پیچ متمرکز کننده
7. Deflection Coil
سیم پیچ انکسار
8. Weld Bead
مهره جوش
9. Work Piece
قطعه کار شده
10. Vacuum Chamber
اتاقک خلا

تکنیک چاپ سه‌بُعدی با ذوب از طریق پرتوی الکترون فرآیندی اختصاصی و تجاری است که توسط شرکتی سوئدی به نام Arcam ابداع شد. این روش چاپ فلز از نظر ساختِ قطعات با استفاده از پودر فلزات تا حد زیادی به فرآیند تَف‌جوشی

لیزری مستقیم فلز (DMLS) شباهت دارد. تفاوت اصلی در اینجا ماهیتِ منبع حرارت است که همانطور که نام فرآیند جدید نشان می‌دهد بجای لیزر یک پرتوی الکترون عامل این حرارت است و همین امر باعث می‌شود در این فرآیند ایجاد شرایط خلاء حتما ضرورت یابد.

EBM از این قابلیت برخوردار است که در قالب آلیاژهای فلزی متنوع قطعاتی کاملا متراکم ایجاد کند (حتی تا حد پزشکی) و نتیجتا این تکنیک خصوصا در طیفی از برنامه‌های کاربردیِ تولیدی در حوزهٔ صنعت پزشکی (خصوصا برای ایمپلنت) موفق بوده‌است. اما، سایر حوزه‌هایی که به فناوریهای برتر نیاز دارند مثل حوزه‌های هوافضا و اتومبیل‌سازی نیز برای دستیابی به اهدافِ تولیدیشان توجه خود را به فناوری EBM معطوف کرده‌اند.

قسمت پنجم : مواد پرینت سه بعدی

موادی که برای پرینت سه بعدی وجود دارند از روزهای اولیهٔ این فناوری مسیری طولانی را طی کرده‌اند. اکنون مجموعه مواد بسیار متنوعی وجود دارد که به حالتهای مختلف (پودری، رشته‌ای، گلوله‌ای، دانه‌ای، رزینی و غیره) استفاده می‌شوند.

اکنون موادی خاص وجود دارند که عموما برای بسترهایی خاص ساخته شده‌اند و کاربردهای مختص به خود را ایفا می‌کنند (یک مثال از آن بخش دندانپزشکی است) و این مواد ویژگیهایی دارند که خیلی دقیقتر برای کاربرد مورد نظر سازگار شده‌اند.

اما امروزه مواد تخصصی بسیار زیادی برای سازندگان و فروشندگان حوزهٔ چاپگرهای سه‌بُعدی وجود دارند که نمی‌توان همه آنها را در اینجا پوشش داد. درعوض، این مقاله بصورتی عمومی‌تر به متداولترین و پرطرفدارترین انواع این مواد می‌پردازد. و همچنین به چند مادهٔ بخصوصی می‌پردازد که از بقیه متمایز هستند.

پلاستیکها

نایلون یا پلی آمید، معمولا بصورت پودری در فرآیند تَف‌جوشی یا بصورت رشته‌ای در فرآیند FDM استفاده می‌شود. و مادهٔ پلاستیکی مقاوم، انعطاف پذیر و محکمی است که بعنوان ماده‌ای قابل اعتماد برای چاپ سه‌بُعدی به اثبات رسیده‌است. رنگ طبیعی آن سفید است اما قبل یا بعد از چاپ می‌تواند رنگ آمیزی شود. همچنین این ماده می‌تواند (بصورت پودری) با پودر

Edited with the trial version of
PDFPro
To remove this notice, visit
www.pdfpro.co

آلومینیوم مخلوط شود و به این ترتیب برای چاپ سه‌بُعدی به شیوهٔ تَف‌جوشی مادهٔ متداول دیگری حاصل شود که آلومید نام دارد.

ABS پلاستیک متداول دیگری است که در چاپ سه‌بُعدی استفاده می‌شود، و بصورت رشته‌ای در چاپگرهای سه‌بُعدی FDM سِری entry-level استفادهٔ گسترده‌ای دارد. ABS پلاستیکی با استحکام ویژه است و با رنگهای متنوعی عرضه می‌شود. ABS را می‌توان بصورت رشته‌ای از منابع غیر تخصصی متعددی خریداری کرد، و این مسئله دلیل دیگری بر محبوبیت این ماده است.

PLA ماده‌ای پلاستیکی است که قابلیت تجزیهٔ زیستی دارد و دقیقا به همین دلیل در چاپ سه‌بُعدی جای پای خود را محکم کرده‌است. این ماده می‌تواند بصورتِ رزینی در فرآیندهای DLP/SL و نیز بصورت رشته‌ای در فرآیند FDM استفاده شود. این ماده به رنگهای متنوعی عرضه می‌شود، از جمله بصورت شفاف، و ثابت شده که این نوع از آن برای برخی از کاربردهای چاپ سه‌بُعدی گزینه‌ای سودمند است. اما مقاومت و انعطافِ ABS را ندارد.

LayWood ماده دیگری است که صرفا برای چاپ سه‌بُعدی در چاپگرهایی از نوع خروج فشاری از سری entry-level ساخته شده‌است. این ماده بصورت رشته‌ای عرضه می‌شود و ترکیبی از چوب/پلیمر است (به آن WPC نیز گفته می‌شود).

www.sbargh.ir

فلزات

همه روزه ترکیبات فلزی و فلزات بیشتری برای چاپ سه‌بُعدی در ردهٔ صنعتی استفاده می‌شوند. دو مادهٔ متداول از این گروه آلومینیوم و مشتقات کبالت هستند.

یکی از محکمترین و در نتیجه پرمصرف‌ترین فلزات برای پرینت سه بعدی فولاد ضد زنگ است که بصورت پودر در فرآیندهای EBM/ذوب/تَف‌جوشی استفاده می‌شود. رنگ طبیعی آن نقره‌ای است اما می‌تواند با مواد دیگری آب کاری شود تا ظاهر طلایی یا برنزی داشته باشد.

Edited with the trial version of
PDFPro
To remove this notice, visit
www.pdfpro.co

در چند سال اخیر طلا و نقره هم به مجموعه مواد فلزی اضافه شده‌اند که مستقیما در چاپ سه‌بُعدی استفاده می‌شوند و در حوزه جواهرسازی کاربردهای ویژه‌ای دارند. این دو فلز هر دو خیلی مستحکم هستند و بصورت پودر عمل آوری می‌شوند.

تیتانیوم یکی از محکم‌ترین مواد فلزی موجود است و مدتی است که برای کاربردهای صنعتی در حوزه چاپ سه‌بُعدی استفاده می‌شود. تیتانیوم که بصورت پودری عرضه می‌شود برای فرآیندهای EBM/ذوب/تَف‌جوشی استفاده می‌شود.

سرامیک‌ها

سرامیک‌ها گروه نسبتا جدیدی از موادی هستند که با درجاتِ مختلف در چاپ سه‌بُعدی استفاده می‌شوند. نکته خاصی که در مورد این مواد باید به آن توجه شود این است که بعد از چاپ قطعات سرامیکی باید همان فرآیندی را متحمل شوند که قطعات سرامیکی ساخته شده با استفاده از روشهای تولیدی معمول باید آن مسیر را طی کنند، مثل پخته شدن در کوره و لعاب کاری.

www.sbargh.ir

کاغذ

کاغذهای A4 استاندارد ماده‌ای برای چاپ سه‌بُعدی هستند و در فرآیند SDL خاصی استفاده می‌شوند که شرکت Mcor Technologies آنرا عرضه می‌کند. این شرکت در مقایسه با سایر سازندگان و فروشندگان فعال در حوزه چاپ سه‌بُعدی مدل تجاری کاملا متفاوتی را اداره می‌کند، و در این مدل هزینهٔ مصرفی برای ماشین در حد متوسط است، اما تاکید خیلی بیشتری روی منبع مادهٔ مصرفی مقرون به صرفه‌ای تمرکز می‌یابد که بصورت محلی خریداری می‌شود و به راحتی نیز بدست می‌آید. مدلهایی که چاپ سه‌بُعدی آنها با کاغذ انجام می‌شود کاملا ایمن هستند، دوستدار محیط زیست هستند، به راحتی بازیافت می‌شوند، و به عمل آوری ثانویه نیاز ندارند.

مواد زیستی

در زمینهٔ پتانسیل ِمواد زیستی که برای چاپ سه‌بُعدی مصرف می‌شوند و برای مجموعه‌ای از کاربردهای پزشکی (و سایر کاربردها) قابل استفاده هستند تحقیقات زیادی انجام شده‌است. در چندین موسسهٔ مهم و با توجه به کاربردهای رو به گسترش

ِچاپِ بافت زنده (این کاربردها چاپ اندامهای انسان به منظور پیوند، و نیز چاپ بافتهای خارجی به منظور جایگزینی بخشهایی از بدن انسان را شامل می شوند)، مطالعات وسیعی روی بافت زنده انجام شده‌است. سایر تحقیقات در این حوزه روی ساخت مواد غذایی (که گوشت اصلی‌ترین مثال این گروه محسوب می‌شود) تمرکز دارند.

غذا

آزمایشات مربوط به بیرون دهنده‌های فشاری به منظور چاپ سه‌بُعدی مواد غذایی در چند سال اخیر شدیدا افزایش یافته‌است. شکلات متداولترین (و جذاب‌ترین) آنها است. چاپگرهایی نیز وجود دارند که با شکر کار می‌کنند، آزمایشاتی نیز با پاستا و گوشت انجام شده‌است. با نظری به آینده، تحقیقات همچنان انجام می‌شوند تا از فناوری چاپ سه‌بُعدی به منظور تولید غذاهای کاملی استفاده شود که کاملا متعادل هستند.

سایر موارد

و نهایتا، شرکتی که پیشنهاد ماده‌ای منحصربفرد (تخصصی) را ارائه می‌کند Stratasys نام دارد که مواد دیجیتال را برای بستر چاپ سه‌بُعدی با افزونه Objet Connex عرضه می‌کند. این پیشنهاد به این معنی است که مواد چاپ سه‌بُعدی Objet استاندارد میتوانند در حین چاپ (در غلظتهایی متنوع و بخصوصی) مخلوط شوند تا مواد جدیدی را تشکیل دهند که از ویژگیهای دلخواه و مورد نظر سازندگان برخوردار هستند. از ترکیب مواد اولیهٔ موجود به شیوه‌های مختلف بیش از ۱۴۰ ماده دیجیتال جدید حاصل می‌شوند.

قسمت ششم : تاثیرات جهانی پرینت سه بعدی

در حال حاضر پرینت سه بعدی هم روی نحوهٔ تولید محصولات تاثیر گذاشته است و هم ماهیتِ این فناوری شیوه‌های فکری جدیدی را از نظر اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی و الزاماتِ امنیتی ِفرآیند تولید همراه با نتایج مطلوب جهانی میسر می‌سازد.

یکی از عوامل اصلی موجود در پس این موضوع این است که پرینت سه بعدی این پتانسیل را دارد که تولید را به کاربر نهایی و/یا مصرف‌کننده نزدیکتر کند، و به این ترتیب محدودیتهای فعلی موجود در زنجیرهٔ تامین را کاهش دهد. ارزش

سفارشی سازی ِپرینت سه بعدی و قابلیتش در تولید به تعدادِ کم و بر اساس تقاضا مسیری مطمئن برای جلب مصرف‌کنندگان و کاهش یا حذف فهرستِ موجودیِ کالا و انباشت کالا در انبار است (چیزی شبیه به نحوهٔ عملکرد و ادارهٔ Amazon).

حمل و نقل محصولات و قطعات یدکی از بخشی از دنیا به بخشی دیگری عملا مهجور می‌شود، چون احتمالا قطعات یدکی در محل مورد نظر با پرینتر سه بعدی تولید می‌شوند. این مسئله روی نحوهٔ عملکردِ تجارتهای بزرگ و کوچک، و ارتش تاثیر عمده‌ای برجای می‌گذارد و مصرف کنندگان در آینده در مقیاسی جهانی فعالیت می‌کنند و با هم تعامل می‌کنند. هدف نهایی بسیاری این است که مصرف‌کنندگان پرینتر سه بعدی خود را در منزل، یا در محل کار خود داشته باشند ، و همانجا طرحهای دیجیتال هر محصولی (که قابلیت سفارشی سازی نیز دارند) را از طریق اینترنت دانلود کنند و به پرینتر سه بعدی ارسال کنند. چاپگر هم از ماده (های) مناسب برای چاپ و ساخت قطعهٔ مورد نظر پر باشد. امروزه، بحثهایی در این حوزه وجود دارد که آیا این مسئله هرگز اتفاق خواهد افتاد، و حتی بحث‌های شدیدتری درباره بازهٔ زمانی وقوع آن در جریان است.

استفادهٔ وسیعتر از پرینت سه بعدی احتمالا ابداع ِمجدد برخی از محصولاتی را باعث می‌شود که قبلا ساخته شده‌اند، و البته تعداد بیشتری از محصولاتِ کاملا جدید نیز ساخته خواهند شد. امروزه با پرینت سه بعدی شکلها و طرحهایی قابل ساخت هستند که قبلا ساخت آنها غیرممکن بود، اما این حرکت تازه آغاز شده‌است. بسیاری معتقدند که پرینت سه بعدی برای رشد روزافزون ِنوآوری و احیای ِتولیدِ محلی از پتانسیل های بسیار زیادی برخوردار است.

تاثیرات بالقوه روی اقتصاد جهانی

اگر استفاده از فناوری پرینت سه بعدی در سراسر دنیا پذیرفته شود، تاثیرات بالقوه‌ای بر روی اقتصاد جهانی بر جای می‌گذارد. تغییر در روند تولید و توزیع از مدل فعلی به مدل تولید محلی بر اساس تقاضا، و مدل ِتولیدِ سفارشی در همان محل، عملا عدم تعادل موجود بین کشورهای صادرکننده و واردکننده را کاهش می‌دهد.

پرینت سه بعدی این پتانسیل را دارد که صنایع جدید و حرفه‌های کاملا جدیدی ایجاد کند، از جمله حرفه‌های مرتبط با تولید پرینترهای سه بعدی. و فرصتِ خوبی برای خدمات حرفه‌ای مربوط به حوزهٔ پرینت سه بعدی ایجاد می‌شود، از شکلهای جدیدِ طراحان محصول، اپراتورهای چاپگر، و تامین کنندگان مواد اولیه گرفته تا توافقات و اختلافات قانونی مربوط به مالکیت معنوی. مسئلهٔ سرقت و بهره‌برداری غیرمجاز بعنوان نگرانی فعلی بسیاری از صاحبان IP در رابطه با پرینت سه بعدی مطرح می‌شود.

تاثیر پرینت سه بعدی روی کشورهای در حال توسعه مثل شمشیر دولبه است. مثالی از تاثیر مثبت آن کاهش هزینهٔ تولید از طریق مصرفِ مواد بازیافتی و سایر مواد بومی است، اما از دست رفتن شغلهای تولیدی می‌تواند ضربهٔ شدیدی بر بسیاری از کشورهای در حال توسعه وارد کند که غلبه بر آن به زمان نیاز دارد.

کشورهای توسعه یافته احتمالا بیشتر از همه از چاپ سه‌بُعدی بهره می‌برند، چون در این کشورها افزایش جامعهٔ سالمندان و افزایش سن جمعیت از منظر نیروی کار و تولید به نگرانی عمده ای تبدیل شده‌است. همچنین مزایای بهداشتی.کاربرد پرینت سه بعدی در پزشکی می‌تواند به جامعه غربی که سن آن رو به افزایش است بخوبی خدمت کند.

قسمت هفتم : مزایا و ارزش پرینت سه بعدی

در قسمت قبل با تاثیرات جهانی چاپ سه بعدی آشنا شدید.در خدمت شما هستیم با قسمت ششم از سری مقالات راهنمای چاپ سه بعدی با عنوان تاثیرات جهانی چاپ سه بعدی.در ادامه با نیکانو همراه باشید.

پرینت سه بعدی بدون در نظر گرفتن اینکه در سطح صنعتی، محلی یا فردی استفاده شود مزایای فراوانی را فراهم میکند که روشهای متداول تولید یا مدلسازی توانایی ارائه آنها را ندارند.

سفارشی سازی

فرایندهای پرینت سه بعدی امکان سفارشی سازی انبوه را فراهم میکنند (امکان تولید سفارشی محصول بر اساس نیازها و تقاضای افراد). ماهیت پرینت سه بعدی بدین معنا است که حتی در محفظه ساخت یکسان نیز محصولات متعددی را میتوان بطور همزمان بر اساس نیازهای مصرف کننده و بدون هزینه فرایند اضافی تولید کرد.

پیچیدگی

با پیدایش پرینت سه بعدی محصولاتی با سطوح پیچیدگی بالا تولید شده اند که نمیتوان آنها را با استفاده از روشهای دیگر تولید کرد. درحالیکه این مزیت از نظر تولید جلوه های ویژه مورد توجه طراحان و هنرمندان قرار گرفته است، اثر قابل توجهی روی کاربردهای صنعتی نیز داشته است، بدین صورت که کاربردهایی برای تولید قطعات پیچیده ای که نسبت به نمونه

Edited with the trial version of
PDFPro
To remove this notice, visit
www.pdfpro.co

های قبلی خود سبکتر بوده و استحکام بیشتری دارند توسعه یافته است. در بخش هوافضا که وزن و استحکام اهمیت بالایی دارند کاربردهای جالب توجهی توسعه یافته است.

عدم نیاز به ابزارآلات

یکی از مراحل پر هزینه، زمانبر و کار بَر در فرایند توسعه محصول برای تولید صنعتی، تولید ابزارآلات است. برای کاربردهای با حجم کم و متوسط، چاپ سه بعدی صنعتی میتواند نیاز به تولید ابزار را حذف کرده و در نتیجه هزینه ها، مدت زمان انجام کار و میزان آن را کاهش دهد. این روش پیشنهادی جالب است که تعداد زیادی از تولید کنندگان در حال استفاده از مزیتهای آن هستند. علاوه بر این، به دلیل مزیت پیچیدگی که در بالا به آن اشاره شد، محصولات و قطعات را میتوان بگونه ای طراحی کرد که نیازی به مونتاژ نداشته باشند، که این امر به نوبه خود باعث کاهش هزینه ها و میزان کار مورد نیاز میشود.

www.sbargh.ir

روشی پایدار و سازگار با محیط زیست

پرینت سه بعدی به عنوان یک فناوری با بهره وری انرژی شناخته میشود که میتواند از نظر فرایند تولید (با استفاده از ۹۰% مواد استاندارد و در نتیجه کاهش ضایعات)، و همچنین از طریق افزایش عمر محصولات تولید شده (با طراحی سبکتر و با استحکام بیشتر که باعث کاهش اثر کربن در مقایسه با روشهای تولید متداول میشود) مزیتهای زیست محیطی را فراهم کند.

Edited with the trial version of
PDFPro
To remove this notice, visit
www.pdfpro.co

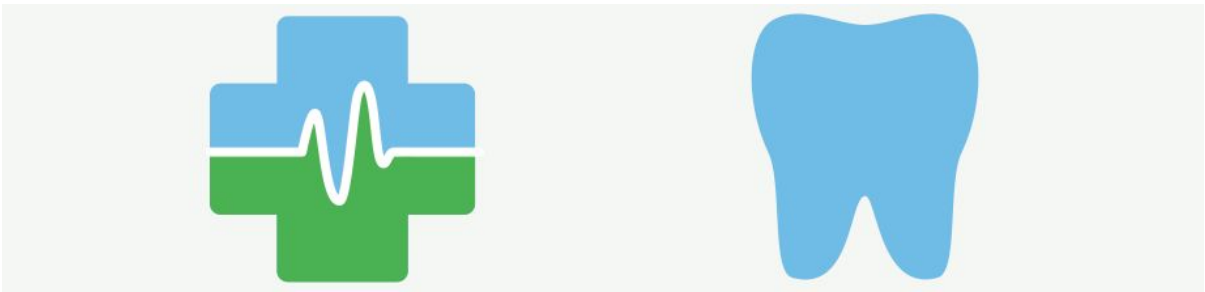
علاوه بر این، پرینت سه بعدی از نظر ایجاد یک مدل تولید محلی، که در آن محصولات بر اساس تقاضا در محلی که به آنها نیاز است تولید میشوند، نتایج عالی را نشان داده و باعث کاهش قابل توجه موجودی کالا در انبار و تدارکات لازم برای ارسال حجم بالای محصولات به نقاط مختلف جهان میشود.

قسمت هشتم : کاربردهای پرینت سه بعدی

کاربرد پرینت سه بعدی در دندانپزشکی

بخش پزشکی به عنوان یکی از بخشهایی شناخته شده است که جزو اولین ها در استفاده از پرینت سه بعدی به شمار میرود، همچنین این بخش با توجه به قابلیت های سفارشی سازی و شخصی سازی فنآوری ها و توانایی بهبود زندگی افراد به عنوان بخشی با پتانسیل عظیم برای رشد در نظر گرفته میشود زیرا فرآیندها بهبود مییابند و مواد ایجاد میشوند که این امر با استانداردهای پزشکی سازگار است.

www.sbargh.ir



فنآوری های پرینت سه بعدی برای تعداد زیادی از کاربردهای مختلف استفاده میشوند. علاوه بر ساخت نمونه های اولیه برای پشتیبانی از ساخت محصول جدید در صنایع پزشکی و دندانپزشکی، از این فنآوری در موارد ذکر شده هم استفاده میشود: ایجاد الگوهای ریخته گری فلز در ساخت روکش های دندان و در ساخت ابزاری که روی آن پلاستیک به شکل خلاء برای سیمهای ارتودنسی دندان بکار برده میشود. همچنین از این فنآوری بطور مستقیم به منظور تولید ایمپلنت های مفصل ران و زانو، و محصولات قراردادی ویژه ی بیمار، مانند سمعک، کف ارتوتیک برای کفش، پروتز شخصی سازی و ایمپلنت های یکباره برای بیماران مبتلا به بیماریهایی مانند آرتروز، پوکی استخوان و سرطان، و همچنین مجروحان حوادث و تروما استفاده میشود. دستورالعملهای جراحی چاپ شده بصورت سه بعدی برای عملیات خاص نیز یک کاربرد در حال ظهور هستند که به

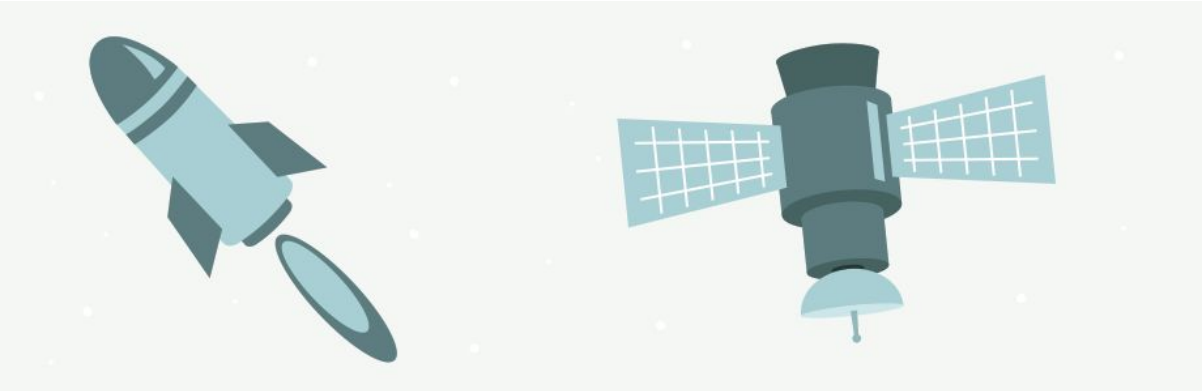
Edited with the trial version of
PDFPro
To remove this notice, visit
www.pdfpro.co

جراحان در کارشان و به بیماران در بهبودشان کمک میکنند. این فنآوری همچنین برای پرینت سه بعدی از پوست، استخوان، بافت، داروها و حتی اعضای بدن انسان ایجاد میشوند. با اینحال، فاصله ی زیادی با تجاری سازی این فنآوری ها وجود دارد.

کاربرد پرینت سه بعدی در هوافضا

همانند بخش پزشکی، بخش هوافضا هم جزو اولین ها در استفاده از فنآوری های پرینت سه بعدی در اولین اشکال خود برای تولید محصول و نمونه سازی بود. این شرکتها که بطور معمول با موسسات علمی و پژوهشی کار میکنند پا را فراتر از مرزهای فنآوری برای کاربردهای تولیدی گذاشته اند.

www.sbargh.ir

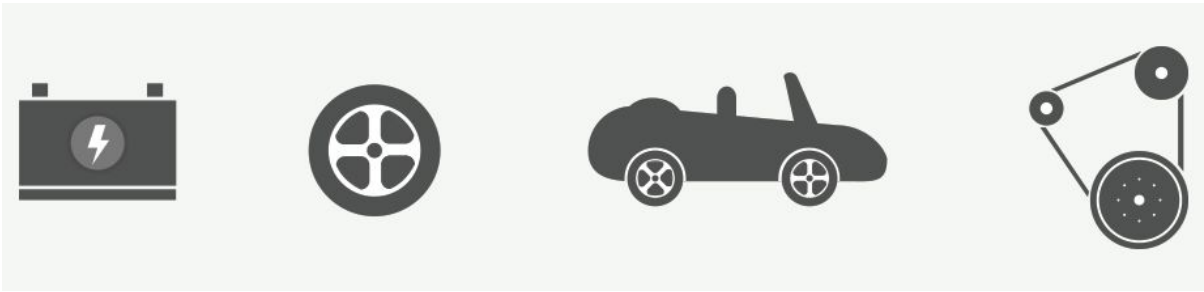


کاربران مهم این عرصه عبارتند از GE / Morris Technologies، ایرباس/ EADS، رولز رویس، سیستمهای BAE و بوئینگ. در حالیکه بسیاری از این شرکت ها از رویکردی واقع بینانه بر حسب چیزی که هم اکنون با فنآوری ها انجام میدهند بهره میبرند، و بیشتر آن تحقیق و توسعه است، برخی از آنها در مورد آینده کاملا سر سخت هستند.

کاربرد پرینت سه بعدی در خودرو سازی

یکی دیگر از بهره برداران اولیه از فنآوری های نمونه سازی سریع ،بخش خودروسازی بود. بسیاری از شرکتهای خودروسازی – بخصوص در بالاترین سطح ورزش موتوری و F1 مسیر مشابهی با شرکتهای هوافضا دنبال کردند. خودروسازی اولین صنعت در استفاده از فنآوری برای کاربردهای نمونه سازی بوده و هنوز هم هست، همچنین از فرآیندهای تولید خود برای مزایای مواد بهبود یافته و نتایج نهایی برای قطعات خودرو تولید و بهره میبرند.

Edited with the trial version of
PDFPro
To remove this notice, visit
www.pdfpro.co



یسیاری از شرکتهای خودروسازی در حال حاضر نیز بر پتانسیل پرینت سه بعدی بدنبال تحقق خدمات پس از فروش تولید قطعات یدکی/جایگزین (در صورت نیاز) بجای حفظ موجودی های بزرگ توجه میکنند.

کاربرد پرینت سه بعدی در جواهرات

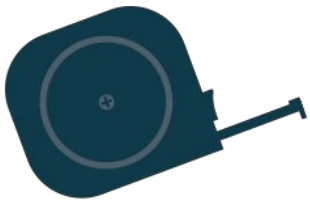
بطور متعارف، فرایند طراحی و ساخت جواهر همواره نیازمند سطح بالایی از تخصص و دانش مربوط به رشته های خاص شامل ساخت، قالبسازی، ریخته گری، آبکاری، طلاکوبی، فلزکاری نقره ای/طلا، برش سنگ، حکاکی و پرداخت هست. هر یک از این رشته ها در طول سالیان تکامل یافته و هر یک زمانیکه در تولید جواهرات استفاده میشود نیازمند دانش فنی هستند. فقط یک مثال عبارتست از ریخته گری دقیق است – که اصل آن ممکن است به بیش از ۴۰۰۰ سال پیش برگردد.

برای بخش جواهرات، ثابت شده است که پرینت سه بعدی به طرز بخصوصی مختدر هم گسسته است. توجه – و بکار بردن-زیادی براساس این امر وجود دارد که چاپ ۳ بعدی چگونه میتواند به رشد بیشتر این صنعت کمک کند. از آزادیهای طراحی جدید که توسط ۳D CAD و پرینت سه بعدی، از طریق بهبود فرآیندهای متداول برای تولید طلا و جواهر کلا در راستای تولید چاپی سه بعدی فعال شده است بسیاری از مراحل متداول کنار گذاشته شده و پرینت سه بعدی تاثیر فوقالعادهای در این بخش داشته و هنوز هم دارد.

Edited with the trial version of
PDFPro
To remove this notice, visit
www.pdfpro.co

کاربرد پرینت سه بعدی در معماری

مدلهای معماری به مدت طولانی کاربرد اصلی فرآیندهای پرینت سه بعدی، برای تولید مدلهای دقیق نمایش دیدگاه یک معمار است. پرینت سه بعدی روش نسبتا سریع، آسان و از نظر اقتصادی روشی ممکن برای تولید مدلهای دقیق بطور مستقیم از BIM، ۳D CAD و یا دیگر اطلاعات دیجیتالی است که معماران استفاده میکنند. بسیاری از شرکتهای معماری موفق در حال حاضر معمولا از پرینتر سه بعدی (در خانه یا بصورت خدمات) به عنوان بخش مهمی از گردش کار خود برای افزایش نوآوری و بهبود ارتباط استفاده میکنند. بتازگی، برخی از معماران تصویری به دنبال چاپ ۳ بعدی به عنوان یک روش ساخت و ساز مستقیم استفاده میکنند. پژوهش در تعدادی از سازمانها در این زمینه، به ویژه دانشگاه Loughborough، Contour Crafting و معماری جهان انجام شده است.



کاربرد پرینت سه بعدی در غذا

اگر چه صنعت مواد غذا خیلی دیرتر به جرگه ی استفاده کنندگان از پرینت سه بعدی وارد شد، این صنعت کاربردی در حال ظهور (و یا ماده ی پرینت سه بعدی) است که افراد را بسیار هیجان زده کرده و حقیقتا پتانسیلی برای وارد کردن فنآوری به جریان اصلی دارد. روی هم رفته، همه ما همیشه نیاز به غذا خوردن داریم! پرینت سه بعدی به عنوان روشی جدید برای تهیه و ارائه ی مواد غذایی در حال ظهور است.

Edited with the trial version of
PDFPro
To remove this notice, visit
www.pdfpro.co

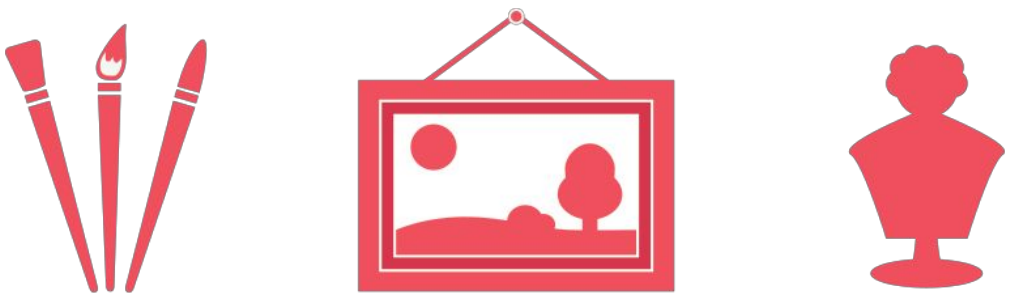
www.sbargh.ir

پیشتازها در پرینت سه بعدی مواد غذایی با شکلات و شکر بود، و این پیشرفتها بیدرنگ با استفاده از پرینترهای سه بعدی خاصی ادامه دارد که بازار را در دست گرفته اند. برخی دیگر از آزمایشهای اولیه با مواد غذایی از جمله پرینت سه بعدی «گوشت» در سطح پروتئینهای سلولی بوده است. اخیرا ماکارونی یکی دیگر از گروه های غذایی بوده است که برای مواد غذایی پرینت سه بعدی مورد تحقیق قرار گرفته است.

توجه به پرینت سه بعدی آتی نیز به عنوان یک روش آماده سازی کامل مواد غذایی و روشی برای متعادلسازی مواد مغذی موجود به روشی جامع و سالم در نظر گرفته میشوند.

کاربرد پرینت سه بعدی در هنر / طراحی / مجسمه سازی

هنرمندان و مجسمه سازان با پرینت سه بعدی با هزاران روش مختلف به منظور کشف فرم و عملکرد در مسیرهای غیر ممکن قبلی کار میکنند. چه این که صرفا به یافتن بیان اصلی جدید پرداخت یا از استادان قدیمی یاد گرفت این بخش بسیار فعالی است که بطور فزایندهای شیوه های جدید کار با پرینت سه بعدی و معرفی نتایج به جهان را در پی دارد.



هنرمندان متعددی وجود دارند که در حال حاضر با کار ویژه و با مدلسازی سه بعدی، اسکن سه بعدی و فنآوریهای پرینت سه بعدی نامی برای خود دست و پا کردهاند.

Edited with the trial version of
PDFPro
To remove this notice, visit
www.pdfpro.co

- جاشوا هارکر
- دزینگوف
- جسیکا روزنکرانز در سیستم عصبی

ترکیب اسکن ۳ بعدی همراه با پرینت سه بعدی نیز بعد جدیدی را در دنیای هنر به ارمغان میآورد، با اینحال، هنرمندان و دانشجویان در آن در حال حاضر روش ثابتی از بازتولید آثار اساتید قبلی و ایجاد کپی های دقیق از مجسمه های باستان (و بسیار جدید) برای مطالعه دقیق دارند – آثار هنری که در غیر این صورت هرگز قادر به تعامل با فرد نمیشد.

امیدواریم این مجموعه مقالات برای علاقمندان به تکنولوژی پرینت سه بعدی مفید بوده باشد.

www.sbargh.ir