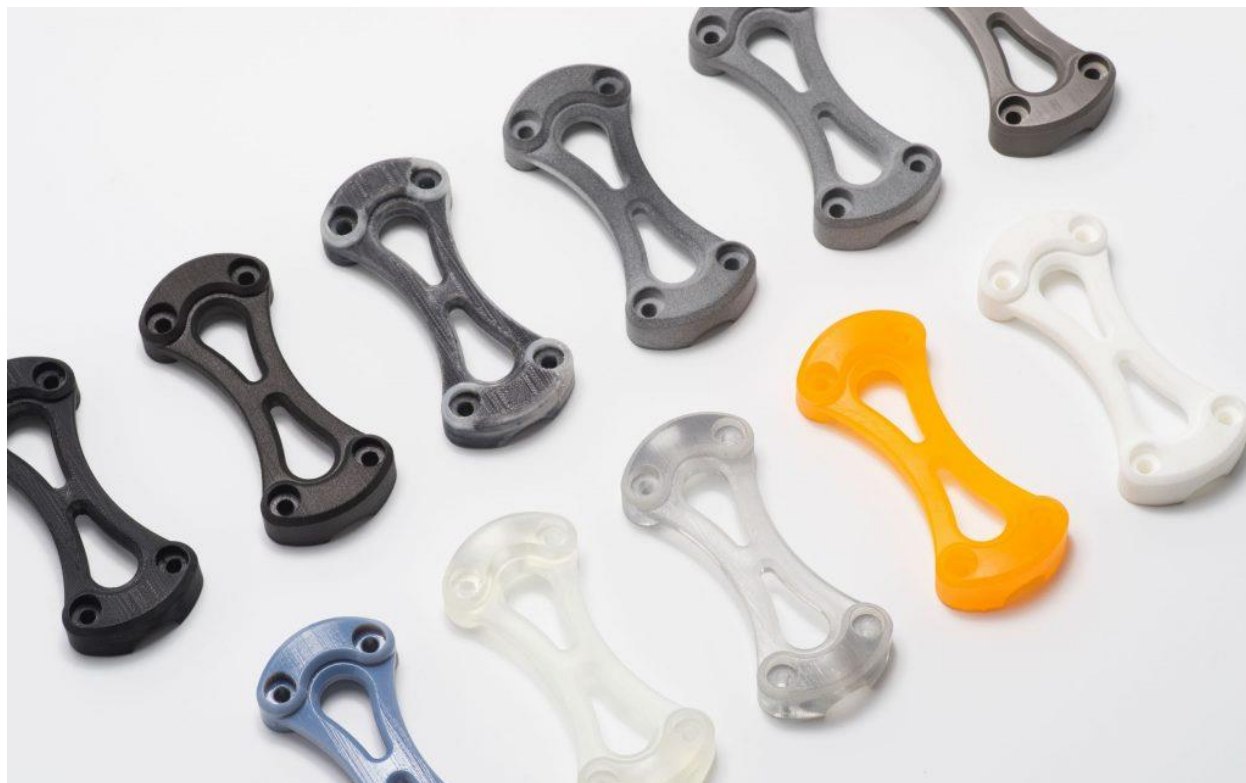


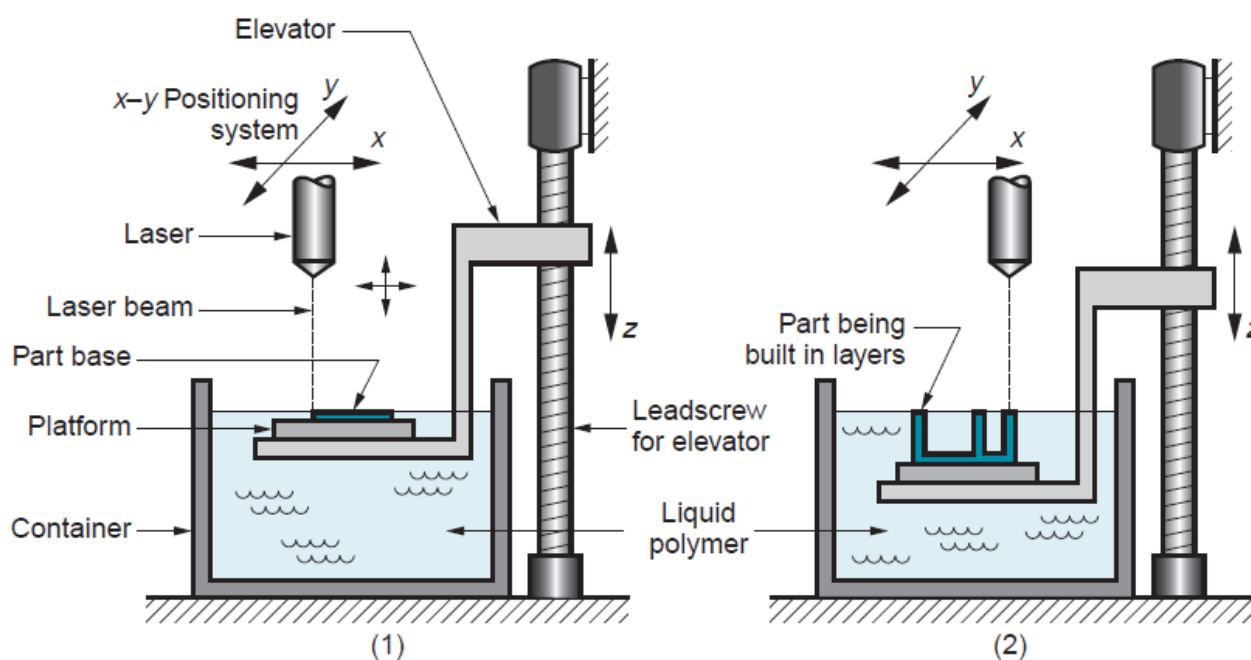
پرینتر سه بعدی و انواع روش های پرینت سه بعدی



آگاهی از انواع روش های پرینت سه بعدی و مزیت ها و محدودیت های هر کدام می تواند از اهمیت ویژه ای برخوردار باشد. امروزه حدود 25 تکنیک برای پرینت سه بعدی در دنیا وجود دارد که بعضی از آنها تجاری شده اند و می توان گفت حدود 10 مورد از آنها در بازار و صنعت قطعه سازی و نمونه سازی به صورت رایج وجود دارد. در مقاله "دسته بندی انواع روش های پرینت سه بعدی" درباره اصول دسته بندی و نام گذاری انواع روش های پرینت سه بعدی به صورت کامل و جامع توضیح دادیم. در این مقاله می خواهیم به هر کدام از انواع روش های پرینت سه بعدی به صورت اختصاصی بپردازیم. روش های پرینت سه بعدی که در حال حاضر بیشتر در بازار رویت می شوند؛ شامل SLA، SLS، FDM، LOM، 3D-Printing (BinderJetting)، DDM، Polyjet، DLP و FusionJet می باشند که در ادامه در خصوص هر کدام مختصر توضیح خواهیم داد.

دستگاه پرینتر سه بعدی SLA (دستگاه لیتوگرافی سه بعدی Setereo Lithography Aparatus)

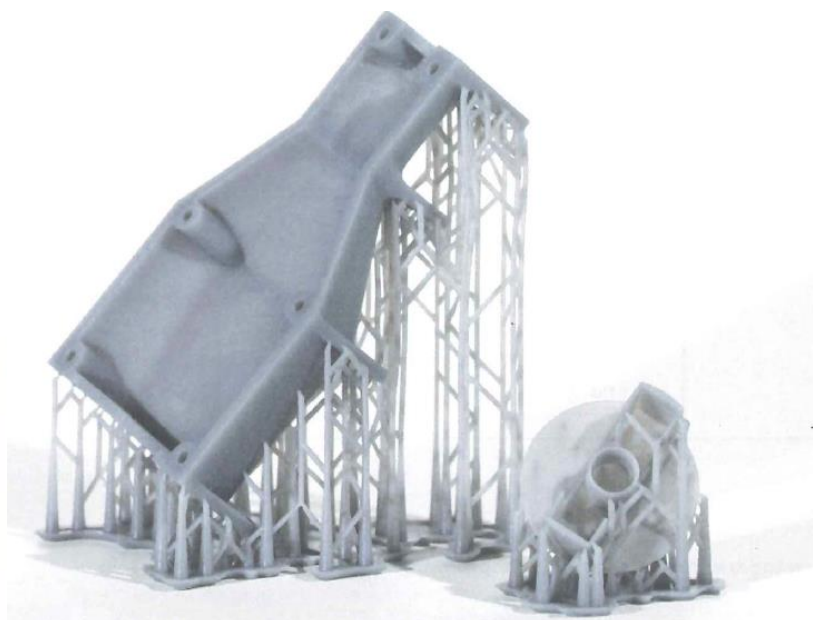
این روش نخستین روش در حوزه ی پرینت سه بعدی می باشد که در سال 1988 میلادی توسط شرکت 3D SYSTEMS امریکا بر اساس اختراع آقای چارلز (Charles Hull) هال معرفی گردید. در این روش از رزین فوتوپلیمر برای تولید قطعات استفاده می شود که آن را به صورت انتخابی توسط لیزری با طول موج خاص سفت می کنند. شمای کلی این روش در شکل زیر نشان داده شده است.



شمای کلی روش پرینت سه بعدی SLA

دستگاه SLA از یک سکوی ساخت تشکیل شده است که قطعه مورد نظر بر روی آن ساخته می شود و در داخل یک مخزن حاوی رزین در جهت عمودی حرکت می کند. همچنین یک سیستم لیزر در بالای دستگاه قرار دارد که به همراه یک سیستم اسکن لیزر دو بعدی لکه لیزر را بر روی سطح رزین در قسمت مشخص می تاباند و باعث سفت شدن آن و تشکیل قطعه می شود. قطعه به صورت لایه لایه بر روی هم ساخته می شود و به بالا می آید و هر لایه در این روش مابین حدود 70 تا 500 میکرون قابل تغییر می باشد.

در این روش نیاز است تا در زیر قسمت هایی از قطعه که دارای زاویه منفی باشند، ساپورت گذاری شود که این کار توسط نرم افزار های مربوطه انجام می شود. نیاز به ساپورت گذاری در این روش برخی محدودیت ها را در قطعات تولیدی ایجاد می کند.



قطعه تولید شده به روش SLA که ساپورت آن جدا نشده است. در این تصویر مفهوم ساپورت قابل مشاهده می باشد.

مزیت های دستگاه پرینتر سه بعدی SLA

1. دقت ابعادی و صافی سطح خوب
2. از این روش می توان در تولید قطعات شفاف استفاده کرد.
3. معمولا روش SLA در صنعت بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد و در کنار روش SLS از جمله روش های صنعتی پرینت سه بعدی محسوب می شود. از قطعات SLA می توان به صورت غیر مستقیم در تولید قطعات صنعتی نیز بهره جست.

محدودیت های دستگاه پرینتر سه بعدی SLA

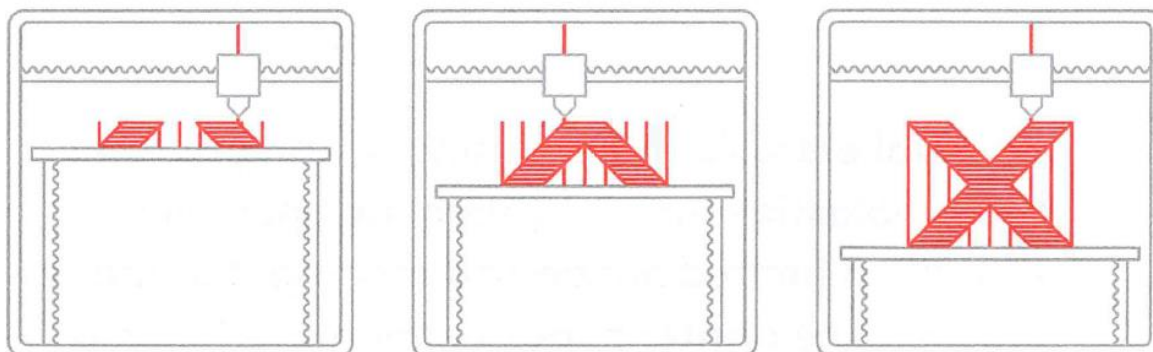
1. نیاز به تولید ساپورت برای گرفتن زیر قطعه تولید شده
2. از قطعات روش SLA نمی توان به عنوان قطعات نهایی استفاده کرد.
3. نیاز است تا قطعه پس از تولید در دستگاه برای سفت شدن کامل چند ساعت در معرض اشعه فرابنفش قرار بگیرد.
4. عدم امکان استفاده از مواد غیر رزینی پلیمری برای تولید قطعات

دستگاه پرینتر سه بعدی FDM (مدلسازی تهنشینی گداخته، Fused Deposition Modeling)



دستگاه FDM

این روش یکی از روش های نمونه سازی سریع و پرینت سه بعدی است که در آن برای تولید قطعه از اکسترود کردن فیلامنت هایی از پلیمر و یا موم به قطر حدودی 1.25 میلیمتر استفاده می شود. این اکسترودر بر روی یک میز CNC سه بعدی قرار دارد که در جهت x و y و z حرکت می کند و پلیمر ذوب شده در داخل اکسترودر را، بر روی قطعه می نشاند و بعد از تمام شدن یک لایه به اندازه یک ضخامت لایه به سمت بالا حرکت می کند. فیلامنت پلیمری در این روش در ابتدا بر روی یک قرقره قرار دارد و در طول ساخت قطعه توسط دو رولر به سمت اکسترودر کشیده می شود و در آن تا دمایی بالاتر از دمای ذوب گرم می شود (که این دما به نوع ماده بستگی دارد) و هنگامی که بر روی قطعه سرد شده قبلی می نشیند در مدت زمان 0.1 ثانیه منجمد می شود. شمایی از فرآیند FDM در شکل زیر نشان داده شده است.



این تصویر به صورت شماتیک روش پرینت FDM را نشان می دهد و می توان مفهوم ساپورت را در آن مشاهده کرد



قطعه تولید شده به روش FDM که ساپورت آن جدا نشده است

مزایای دستگاه های پرینتر سه بعدی FDM

1. ارزان قیمت بودن دستگاه ها و مواد آن
2. توان تولید قطعات بزرگ بدون هدر رفت مقدار زیادی از مواد

3. بعضی از ماشین های FDM به صورت بزرگ و در مقیاس صنعتی دارای کاربرد های صنعتی هستند.

محدودیت های دستگاه های پرینتر سه بعدی FDM

1. نیاز به ساپورت
2. توان تولید فقط با استفاده از برخی مواد پلیمری
3. دقت ابعادی و صافی سطح نا مناسب برای کاربرد های صنعتی
4. خواص مکانیکی پایین قطعه علی الخصوص در جهت عمودی

دستگاه پرینتر سه بعدی SLS

دستگاه SLS از دستگاه هایی است که به وسیله ماده اولیه پودری شکل به ساخت قطعه می پردازد، از این رو پودر پایه است. سیستم های مختلفی در یک دستگاه SLS به همراه یکدیگر کار می کنند تا قطعه ساخته شود. قسمت های اصلی دستگاه که می بایست در کنار هم کار کنند تا قطعه ساخته شود عبارتند از:

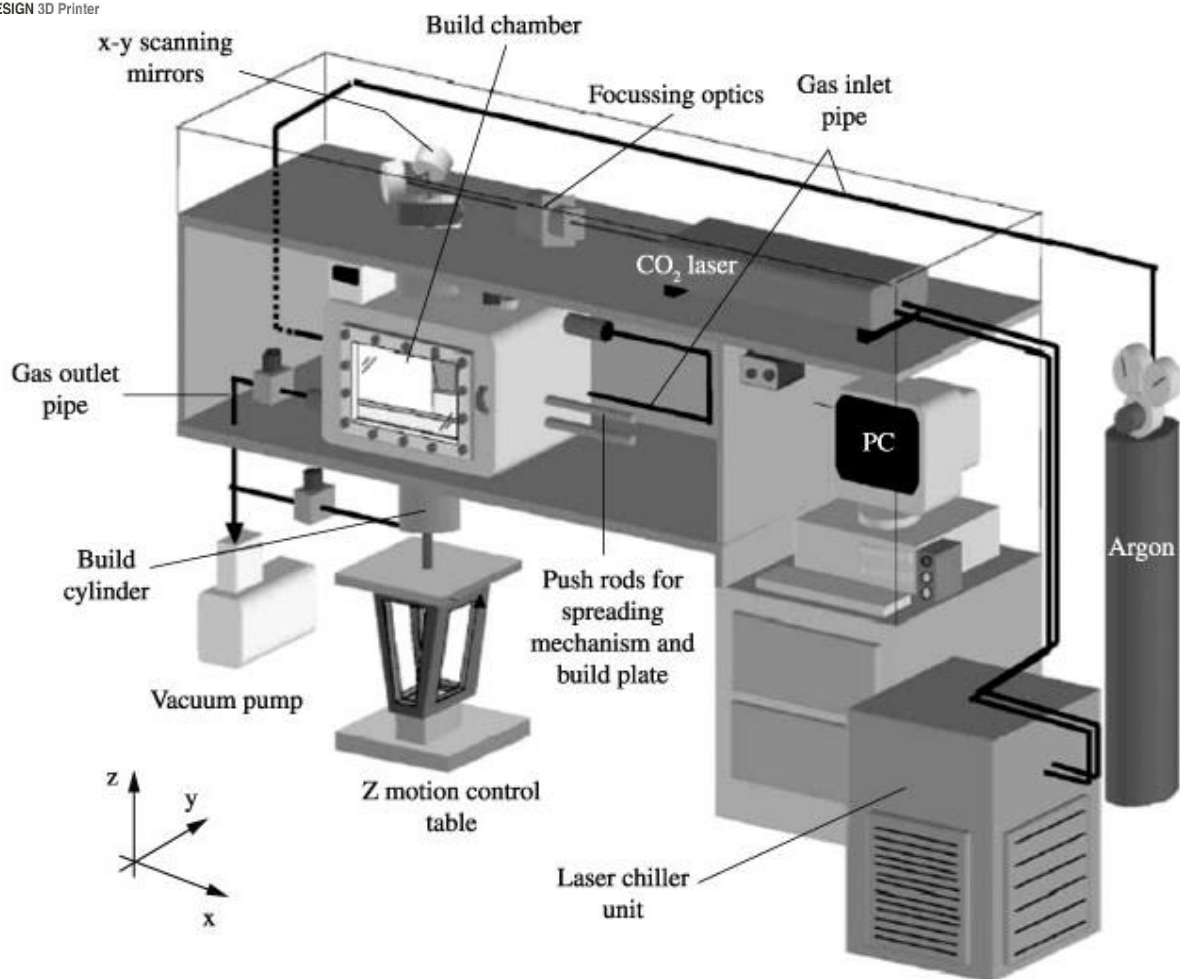
- 1- سیستم اسکن لیزر
- 2- سیستم های حرارتی
- 3- سیستم گردش گاز بی اثر
- 4- سیستم تغذیه پودر
- 5- سیستم پلاتفورم
- 6- واحد کنترل (الکترونیک و نرم افزار)

در شکل زیر یک نمای شماتیک از دستگاه SLS مشاهده می شود¹.

¹البته به صورت دقیق تر اگر بخواهیم بیان کنیم باید بگوییم که شکل نشان داده شده در واقع دستگاه SLM را نشان می دهد. SLM مخفف Selective Laser Melting می باشد که تفاوت این دستگاه با دستگاه SLS خیلی ناچیز است و اصطلاحا به دستگاه هایی که با فناوری SLS به تولید قطعات فلزی به صورت مستقیم می پردازند SLM گفته می شود، چرا که در آن ها پودر فلز به صورت کامل ذوب می شود.



I DESIGN 3D Printer



شمای کلی دستگاه SLS و اجزای اصلی آن [17]

ساخت قطعه در دستگاه SLS به این صورت اتفاق می‌افتد که در ابتدای کار لازم است تا فایل CAD قطعه مورد نظر به دستگاه شناسانده شود. برای این منظور تا به حال کارهای نرم افزاری زیادی در دنیا انجام شده است. فایل CAD مورد نظر می‌بایست لایه لایه شود. برای این کار ابتدا فایل CAD در جهت ترجیحی در دستگاه قرار می‌گیرد و از پایین ترین قسمت قطعه موازی صفحه X-Y صفحاتی از قطعه عبور داده می‌شود و از محل تقاطع این صفحه با لبه‌های جسم مورد نظر کانتورهای بسته‌ای به دست می‌آیند. سپس صفحه دیگری بالاتر از صفحه قبلی به اندازه ضخامت یک لایه با جسم قطع داده می‌شود و این کار تا جایی پیش می‌رود که به بالاترین قسمت جسم برسد. در پایان، تعداد زیادی کانتورهای بسته که نشان دهنده اطراف جسم هستند به دست می‌آیند. در ادامه خواهیم دید که این کانتورها محل عبور لیزر را بر روی سطح پودر مشخص می‌کنند. مفهوم لایه لایه شدن یک جسم سه بعدی و تبدیل آن به تعدادی کانتور دو بعدی در شکل زیر نشان داده شده است.



مفهوم لایه لایه شدن یک جسم سه بعدی و تبدیل آن به کانتورهای دو بعدی در این شکل دیده می شود.

پس از به دست آمدن کانتورها به ساخت فیزیکی قطعه پرداخته می شود. در این مرحله، ابتدا یک لایه پودر توسط مکانیزم لایه نشانی بر روی سطح پلاتفرم پخش می شود. ضخامت لایه می تواند متفاوت باشد اما معمولاً عددی در حدود 100 میکرون است که با کم و زیاد شدن آن، سرعت و دقت دستگاه کم و زیاد می شود. پس از پخش شدن پودر سطح آن توسط گرمکن های تابشی دستگاه تا دمای مشخصی پیشگرم می شوند². سپس طرح مورد نظر که از کانتورهای دور جسم منشا می گیرند توسط سیستم اسکن لیزر بر روی سطح پودر مارک می شود. توان حرارتی لیزر باعث می شود که ذرات پودر در نقاط مارک شده به یکدیگر جوش بخورند و یک جسم جامد را تشکیل دهند. سپس این سیکل تکرار می شود و دوباره یک لایه دیگر از پودر بر روی لایه قبلی ریخته می شود و این فرآیند تا آخر و ساخت کامل قطعه ادامه پیدا می کند. در مارک کردن لایه بالایی می بایست توان لیزر به میزانی باشد که بتوان لایه فوقانی را به لایه تحتانی هم جوش داد تا پیوستگی قطعه حفظ شود.

مزایای دستگاه پرینتر سه بعدی SLS

1- امکان تولید قطعات کاربردی و عملیاتی

2- استحکام و ضربه پذیری بالای قطعات

²البته این مخصوص دستگاه های SLS پلیمری است، در فرآیند SLS فلزی این پیشگرم به دلایل فنی مورد نیاز نیست.

3- پایداری حرارتی و شیمیایی بالا

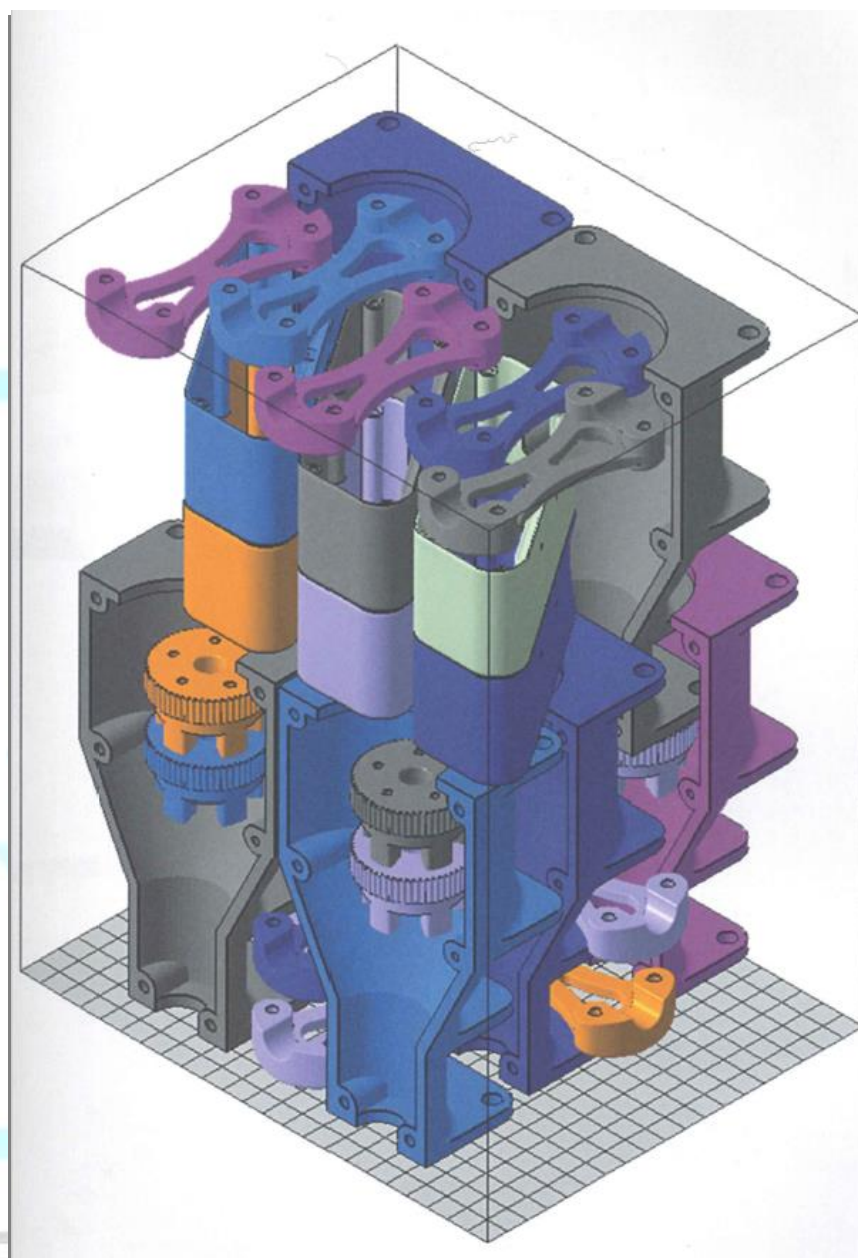
4- زیست سازگاری و کاربرد در تولید گاید ها و مدل های جراحی، پروتز و اورتز و داربست های مهندسی بافت

5- قابلیت ماشینکاری و پولیش و رنگ

6- سرعت بالای تولید قطعات در تیراژ تولید تا 500

7- به صرفه در تولید تیراژ بالاتر نسبت به مابقی روش های پرینت سه بعدی





عکس چیدمان قطعات در پلتفرم دستگاه SLS

محدودیت های پرینتر سه بعدی SLS

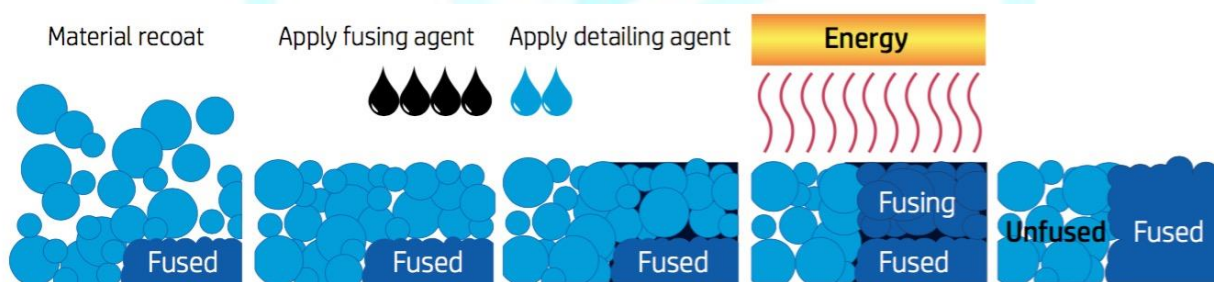
- 1- هزینه بالا برای کاربردهایی که نیاز به استحکام مکانیکی بالا ندارند.
- 2- دقت متوسط این روش نسبت به روش های دقیق تر مثل روش DLP و PolyJet
- 3- عدم توانایی تولید قطعات به صورت توخالی مانند روش FDM

فناوری Multi Jet Fusion شرکت HP

این فناوری از سال 2015 به بازار معرفی شده است و شرکت HP که در زمینه پرینترهای دو بعدی کاغذی شهرت بین المللی دارد وارد عرصه پرینت سه بعدی شده است. این ورود یک تحویل در فناوری پرینت سه بعدی است. فناوری Multi Jet Fusion تا حد زیادی شبیه به روش SLS می باشد در دسته بندی گداخت بستر پودری (Powder Bed Fusion) قرار می گیرد. در این روش به جای اینکه از یک لیزر برای جوش دادن ذرات پودر به یکدیگر استفاده شود از هیترهای تابشی، علاوه بر پیشگرم برای ذوب نیز استفاده می شود.

در این روش پس از انجام لایه نشانی پودر و پیش گرم، ماده ای شبیه جوهر به نام Fusing Agent بر روی قسمت هایی از سطح پودر که به قطعه تبدیل می شوند پاشیده می شود. این ماده به شکل مایع بوده و توسط هد های InkJet بر روی سطح پودر نشانده می شود. این ماده به رنگ سیاه بوده و به گونه ای طراحی شده است که انرژی حرارتی تابشی را بر مابقی قسمت ها بیشتر جذب کرده و موجب ذوب ماده در قسمت هایی می شود که این ماده بر روی آن قرار دارد.

برای جلوگیری از نفوذ حرارت به حاشیه قطعه بر روی حاشیه بیرونی قطعات ماده دیگری به نام Detailing Agent پاشیده می شود که ضریب جذب کمتری از خود ماده پلی آمید داشته و باعث می شود لبه های قطعه به صورت تیز در آید و کیفیت سطحی بهبود یابد.



پرینت سه بعدی یا روش BinderJetting

با اینکه به صورت اصطلاحی به تمام روش های پرینت سه بعدی، چاپ سه بعدی هم گفته می شود، اما در اصل چاپ سه بعدی خود یک روش جداگانه از روش های پرینت سه بعدی می باشد و برای خود دارای هویت جداگانه ای می باشد. این روش برای اولین بار توسط محققان موسسه فناوری ماساچوست، MIT، ابداع شد. در این روش یک قطعه به صورت سه بعدی پرینت می شود درست شبیه روشی که در پرینترهای کاغذ جوهر افشان استفاده می شود. در این روش یک لایه از پودر توسط یک مکانیزم لایه نشانی بر روی سکوی ساخت دستگاه پخش شده و سپس، مطابق با شکل قطعه در آن لایه از روی فایل CAD لایه شده یک هد پرینتر جوهر افشان در نقاط مورد نظر به جای جوهر مقداری چسب بر روی پودر می ریزد و این باعث می شود که در آن نقاط ذرات پودر به یکدیگر بچسبند و تشکیل جسم صلب بدهند و در نقاط دیگر پودر دست نخورده باقی بماند. در این روش پودرهای دست نخورده باقی مانده همچنین نقش ساپورت برای لایه های بالایی را ایفا کرده و دیگر به تولید ساختار ساپورت جداگانه وجود ندارد.

پس از تولید کامل قطعه تا آخر آن را از میان بقیه پودرهای دست نخورده خارج می کنند و معمولاً برای اینکه چسب مورد نظر بهتر چسبندگی داشته باشد، عملیات حرارتی بر روی آن انجام می شود.



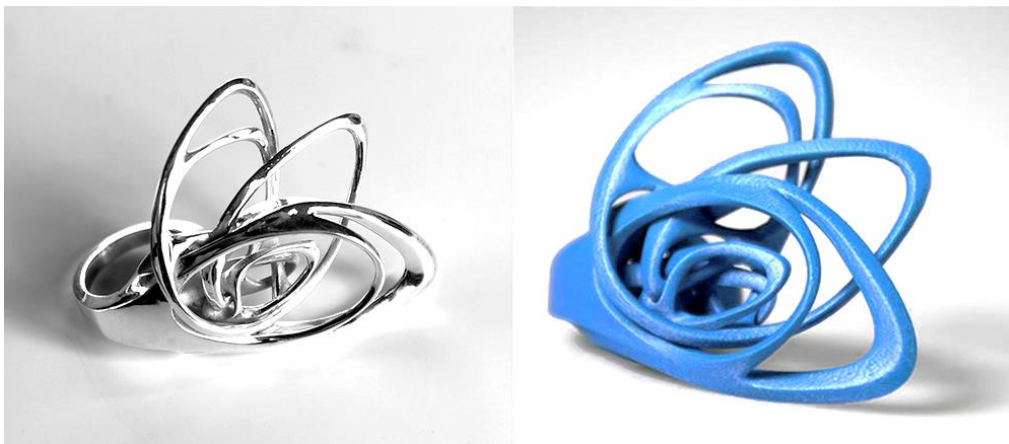
در این شکل می توانید انواع روش های پرینت سه بعدی را مشاهده کنید.

مزایای روش چاپ سه بعدی

1. از دامنه وسیعی از مواد می توان به کمک آن به تولید قطعه پرداخت
2. می توان با استفاده از یک هد جوهر افشان رنگی، به وسیله این روش قطعات چند ماده ای و چند رنگ تولید کرد.
3. قطعات تولید شده به وسیله ماده آردی شکل دارای قیمت بسیار پایینی هستند.
4. همچنین از این روش می توان در تولید قطعات فلزی به شکل نهایی به صورت غیر مستقیم استفاده کرد.

دستگاه پرینتر سه بعدی DDM (تولید ته نشینی قطرات، Droplet Deposition Manufacturing)

این روش با نامهای دیگری مانند DWax نیز شناخته می شود. در این روش معمولاً از ماده مومی شکل برای تولید قطعات استفاده می شود. یک نازل که بر روی یک میز CNC دو بعدی سوار شده است موم را ذوب کرده و به صورت قطعات بسیار ریزی تبدیل می کند و آن ذرات را بر روی لایه قبلی می نشاند. قطر ذرات هم اندازه هستند و حدود 70 میکرون می باشند. این روش همان روشی است که توسط شرکت SolidScape استفاده می شود و پرینترهای مومی کوچک و رومیزی را تولید می کند. به دلیل دقت بسیار خوب و صافی سطح عالی، امروزه این روش بیشتر برای تولید مدل مومی جهت استفاده در ریخته گری دقیق و تولید جواهرات و قطعات ایمپلنت های دندانانی بیشتر کاربرد دارد. ولی این روش به دلیل سرعت پایین، قادر به تولید قطعات بزرگ نمی باشد و از این رو برای تولید قطعات ظریف و کوچک از آن بهره گرفته می شود. یک نمونه از جواهر ساخته شده به این روش در شکل زیر نشان داده شده است.



نمونه یک جواهر ساخته شده به روش DDM با پرینتر شرکت SolidScape

دستگاه پرینتر سه بعدی Polyjet

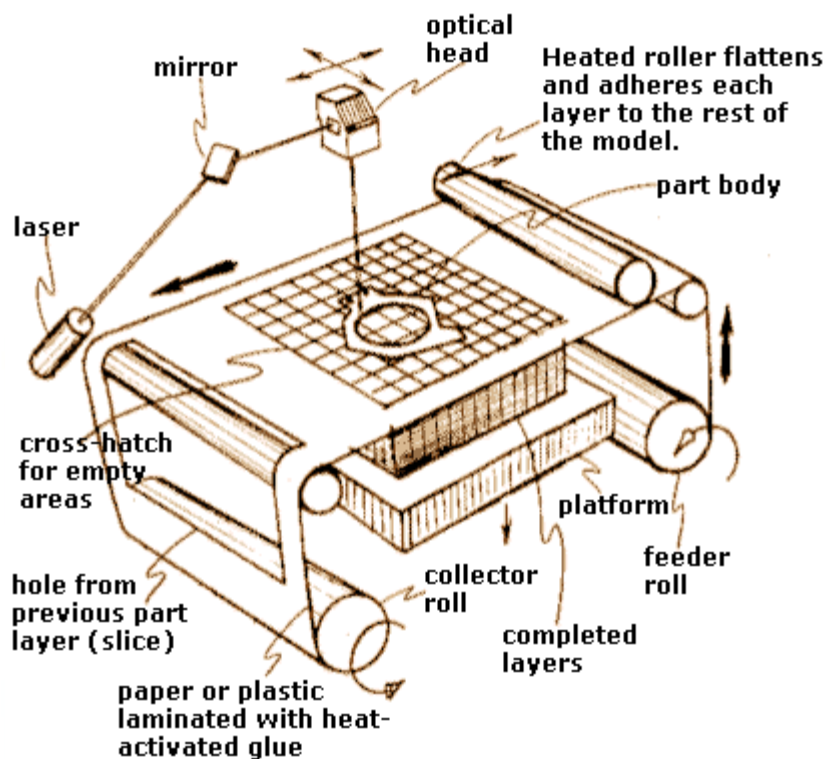
این روش از جهتی به روش SLA و از جهتی به روش DDM شباهت دارد. در این روش از نازل هایی استفاده می شود که به جای ریختن مذاب موم، قطرات رزین فوتوپلیمر را بر روی لایه قبلی می ریزد. دقیقا پس از ریختن قطرات رزین فوتوپلیمر، در معرض نور یک لامپ فرابنفش که در آن جا همواره روشن است قرار گرفته و سفت می شود و قطعه مورد نظر را تشکیل می دهد. این روش برای اولین بار توسط شرکت Objet Geometries واقع در اسرائیل شکل گرفت و اخیرا توسط شرکت Stratasys امریکا خریداری شده است. این دستگاه ها دارای دقت بسیار بالایی می باشند و در تولید قطعات ظریف بسیار خوب عمل می کنند ولی نمی توان از قطعات آن برای تولید مدل ریخته گری دقیق استفاده کرد. نکته ای که در رابطه با این روش وجود دارد قیمت بالای رزین مورد استفاده در این روش است. این دستگاه همچنین قابلیت تولید قطعات چند ماده ای را دارد و نازل چندگانه دستگاه می تواند رزین از جنس های مختلف را در نقاط مختلف بریزد. همچنین این دستگاه برای تولید ساپورت هم از یک رزین جداگانه استفاده می کند که بعدا به وسیله فشار آب از بین می رود.

دستگاه پرینتر سه بعدی DLP (پردازش دیجیتالی نور، Digital Light Processing)

از این روش نیز مانند روش DDM در تولید قطعات ظریف و برای استفاده به عنوان مدل مورد استفاده در ریخته گری دقیق استفاده می شود. این روش بر مبنای استفاده از بورد های الکترونیکی DLP می باشد. این بورد ها در دهه 80 میلادی با استفاده از سیستم های MEMS اپتیکی در شرکت Texas Instruments شکل گرفت و از آنها در نمایشگر ها، تلویزیون ها و پروژکتور ها استفاده می شد و اساس آن بر این است که تعداد زیادی آینه میکرونی بر روی بورد DLP واقع شده اند که می توانند تغییر جهت دهند و نور را به نقطه مورد نظر برسانند. از این سیستم در سیستم های پرینت سه بعدی برای سفت کردن رزین مانند روش SLA استفاده می شود. این روش دارای دقت بالایی بوده و می توان قطعات بسیار ظریفی را برای استفاده در جواهر سازی تولید کند.

دستگاه پرینتر سه بعدی LOM (تولید اشیا لایه لایه، Laminated Object Manufacturing)

این روش برای اولین بار توسط شرکت Helisys معرفی شد و با حمایت مالی بنیاد ملی علوم امریکا (National Science Foundation - NSF) به تجاری سازی رسید. در این روش برای تولید قطعه به صورت لایه لایه از یک رول استفاده می شود که این رول می تواند از جنس پلاستیک، کاغذ، سلولوز، فلز یا روق های کامپوزیت باشد. شمای کلی این روش در شکل زیر نشان داده شده است.



شمای کلی روش LOM

یک رول از ماده مورد نظر بر روی سکوی ساخت دستگاه قرار می گیرد و سپس دور تا دور لایه مورد نظر در آن لایه بر اساس فایل CAD لایه لایه شده معمولاً توسط لیزر بریده می شود. قبل از بریده شدن لایه جدید به لایه قبلی چسبیده می شود، در برخی موارد رول در حین قرار گیری بر روی سکوی ساخت دستگاه به چسب آغشته می شود و در غیر اینصورت پس از قرارگیری بر روی لایه قبلی می بایست توسط یک مکانیزم به چسب آغشته شود. قسمت هایی که بریده می شوند و اضافه هستند در این روش نقش ساپورت برای لایه های بالایی را ایفا می کنند و در نهایت می بایست از قطعه نهایی جدا شوند. لایه های ایجاد شده در روش LOM معمولاً بین 50 تا 500 میکرون می باشند.

تهیه و تنظیم مقاله از : خدمات پرینت سه بعدی آی دیزاین