

بررسی 5 مورد از مواد جدید برای چاپ با پرینتر سه بعدی

دسته: مطالب تخصصی و پژوهشی

خلاصه

چاپ سه بعدی یک تکنولوژی نوظهور است که قابل استفاده در طیف گسترده ای از کاربردهای جدید است. در این مقاله مروری بر آخرین پیشرفت های مواد جدید و کاربردهای آن در زمینه چاپ سه بعدی صورت گرفته است. پنج نوع مواد پیشرفته شامل مواد هوشمند و دیجیتالی، مواد سرامیکی، مواد الکترونیکی، مواد زیستی و مواد کامپوزیتی نیازهای اساسی این مواد و چالش های بحرانی آن ها همراه با کاربرد آنها در فرآیند چاپ سه بعدی مورد بحث و بررسی قرار گرفته اند.

5 نوع پیشرفته مواد برای چاپ با پرینتر سه بعدی

مواد جدید گروهی از مواد پیشرفته هستند که می توانند برای کاربردهای جدید خاص، توسط [پرینتر سه بعدی](#) چاپ شوند. در این مبحث، 5 نوع مواد پیشرفته بررسی می شوند:

1. مواد هوشمند
2. مواد سرامیکی
3. مواد الکترونیکی
4. مواد زیستی
5. مواد کامپوزیتی

در ادامه نیازمندی های اصلی این مواد و چالش های بحرانی همراه با کاربرد آن ها در چاپ سه بعدی مورد بحث قرار می گیرد.

کاربردهای مواد جدید در چاپ سه بعدی

1. مواد دیجیتالی و مواد هوشمند

الف) مواد دیجیتالی

یک ماده دیجیتالی یک ماده پیشرفته کامپوزیتی است که شامل دو یا سه فوتوپلیمر در نسبت ها و میکروساختارهای خاص است. از این مواد می توان برای تولید یک نمونه عملگر استفاده کرد که دارای خصوصیات قابل تنظیم باشد مانند بافت، رنگ و سختی سطحی. برای مثال آخرین مدل J750 Stratasys قادر به ترکیب بیش از 360000 رنگ و بارگیری تا شش ماده به طور همزمان در یک فرآیند تک مرحله ای ساخت بدون نیاز به تعویض قوطی ها است.

مواد دیجیتالی همچنین توانایی شبیه سازی الاستومرهای مختلف، تقلید از پلاستیک های استاندارد، تولید جزئیات فوتورئال در انواع مختلف کاربردها مثل نمونه سازی عملگر، و ساخت مدل های پزشکی، ابزاری و مخابراتی را دارا هستند. در این زمینه، هیلر و همکاران در پژوهش خود امکان ساخت اشیای چند ماده ای با دقتی در مقیاس میکرون با استفاده از ووکسل کروی را نشان دادند.

ب) مواد هوشمند برای چاپ چهار بعدی

مواد هوشمند موادی هستند که قابلیت تغییر هندسه خود تحت اثر یک محرک خارجی را دارند. چاپ چهار بعدی موضوعی نوظهور در چاپ سه بعدی است که بعد چهارم آن زمان است. در واقع، چاپ چهار بعدی عبارت است از چاپ سه بعدی مواد هوشمند قابل برنامه ریزی که قادر هستند تحت اثر یک محرک خارجی مثل آب یا گرما شکل خود را به صورت تدریجی با گذشت زمان تغییر دهند. در یکی از پژوهش هایی که در این زمینه صورت گرفته است از این مفهوم برای طراحی و ساخت یک اریگامی فعال شامل یک ورق صاف با لولاهای فعال که توانایی تا شدن به صورت یک جزء سه بعدی را دارد، استفاده شده است. در پژوهشی دیگر طراحی جدید یک ساختار خود تکامل یافته پیچیده که توانایی تبدیل به شکل از پیش تعیین شده را دارد گزارش شده است.

اخیراً یک روش چاپ چهار بعدی جدید معرفی شده است که که قادر به تولید معماری های چند ماده ای از پلیمرهای حافظه دار با روش میکرو استریو لیتوگرافی و فوتو پلیمریزاسیون خمره ای است.



شکل 1 چاپ

چهار بعدی زیست تقلید

در شکل 1 نتایج یک تحقیق در مورد چاپ چهار بعدی زیست تقلید نشان داده شده است. در این پژوهش معماری های هیدروژل کامپوزیتی برنامه ریزی شده با رفتار تورمی غیر همسانگرد که توسط هم راستایی فیبرهای سلولزی در طول مسیرهای چهار بعدی از پیش تعیین شده کنترل می شوند، گزارش شده است.

2. مواد سرامیکی

مواد خاصی مانند سرامیک ها و بتن برای چاپ سه بعدی مناسب نیستند چون پودر مجزای آن ها را نمی توان با اعمال گرما تا نقطه ذوب به هم ذوب کرد. برعکس، فلزات و پلیمرها می توانند با اعمال گرما تا دمای ذوب یا دمای انتقال شیشه ای به هم ذوب شوند. نقطه ذوب فوق العاده بالای مواد سرامیکی در مقایسه با فلزات و پلیمرها، یکی از اصلی ترین چالش ها در زمینه تولید افزایشی (AM : Additive Manufacturing) است.

در روش های تولید افزایشی رایج می توان با بهینه سازی پارامترهای فرآیند، اجزای سرامیکی بدون هیچ ترک یا حفره بزرگی با خواص مکانیکی مشابه اجزای سرامیکی ساخته شده به روش سنتی تولید نمود. امکان تولید اجزای سرامیکی

بدون حفره یا تخلخل از طریق ترکیب تکنیک های فرآوری کلونیدی در فرآیند تولید افزایشی یا انجام مراحل اضافی چگال سازی پس از فرآیندهای تولید افزایشی نیز وجود دارد. شایان ذکر است که فرآیندهای تولید افزایشی غیر مستقیم که شامل چند مرحله اند، برای ساخت انواع مختلف سرامیک ها مناسب تر هستند. در حالی که فرآیندهای تولید افزایشی مستقیم که تک مرحله ای هستند، برای تولید اجزای سرامیکی در زمانی کوتاه تر مناسب می باشند.

یک طرح پیشنهادی رایگان :

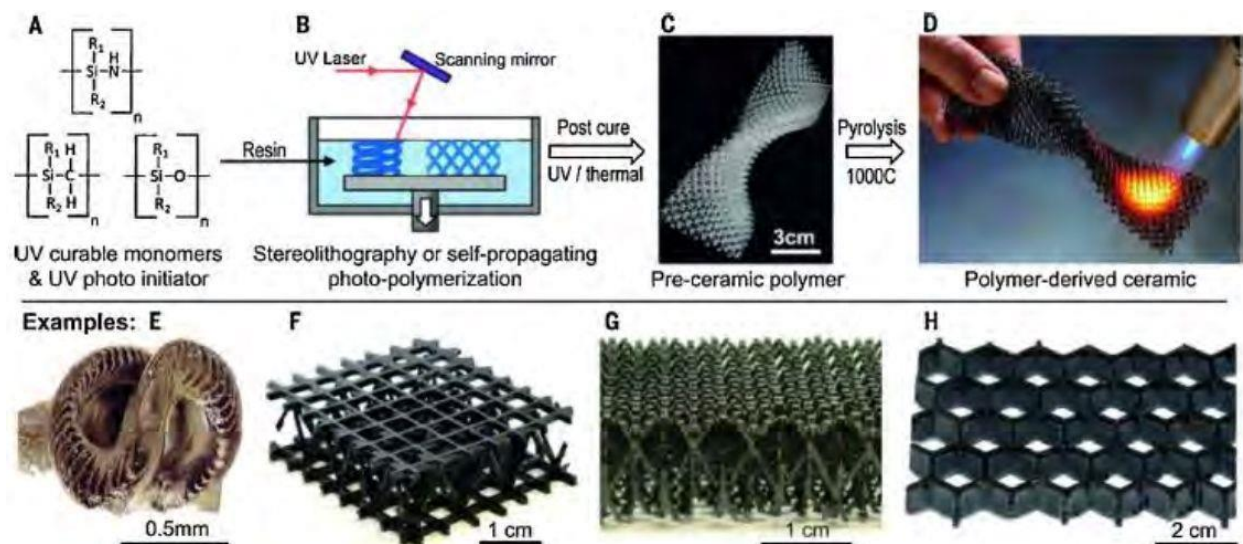


[طرح قاب گوشی سامسونگ گلکسی S20 Samsung galaxy](#)

مشکلات و فرصت های پرینت سه بعدی

زوکا و همکاران در مطالعه خود مروری داشته اند بر مشکلات و فرصت های تولید افزایشی با پرینتر سه بعدی. تکنولوژی های بر پایه پودر به علت سهولت فرآوری موازی اجزای چند جزئی، مقیاس پذیری تولید و هزینه کم مواد اولیه، یکی از اقتصادی ترین روش های تولید افزایشی برای ساخت قطعات سرامیکی هستند. اما یکی از محدودیت های حال حاضر در تولید افزایشی سرامیک ها موجود بودن مواد اولیه برای تولید خوراک اولیه است.

اکل و همکاران در پژوهش خود روشی جدید برای ساخت اجزای سرامیکی چاپ شده به صورت سه بعدی با استفاده از مونومرهای پیش سرامیکی خاص مخلوط شده با فوتوآغازگر UV گزارش کرده اند (شکل 2). بدین صورت امکان ساخت اشکال متخلخل، پیچیده و دارای انحنا کم مانند میکروشبکه ها و ساختارهای لانه زنبوری به سادگی و با استفاده از دستگاه چاپگر سه بعدی استریولیتوگرافی SLA وجود دارد. اجزای چاپ سه بعدی شده به این روش پس از پیرولیز در دمای 1000 درجه سانتیگراد پایداری گرمایی عالی از خود نشان داده و تقریباً هیچ انقباضی در آن ها مشاهده نگردید. این مواد سرامیکی برای کاربرد در سیستم های حفاظت گرمایی، اجزای نیروی محرکه، بسته بندی دستگاه های الکترونیک، سیستم های میکرو الکترومکانیکی و مشعل های متخلخل جالب توجه هستند.



شکل 2 تولید افزایشی سرامیک های مشتق شده از پلیمر.

بیشتر بدانید >> [پرینت سه بعدی چوب](#)

3. مواد الکترونیکی

در دهه های اخیر در زمینه تولید افزایشی پیشرفت قابل توجهی در مواد الکترونیکی صورت گرفته است. یکی از مسائل مطرح شده در این راستا آن است که آیا چاپ سه بعدی دستگاه های الکترونیکی کاملاً عملکرد بهترین روش برای ساخت وسایل الکترونیکی با سفارش انبوه است؟

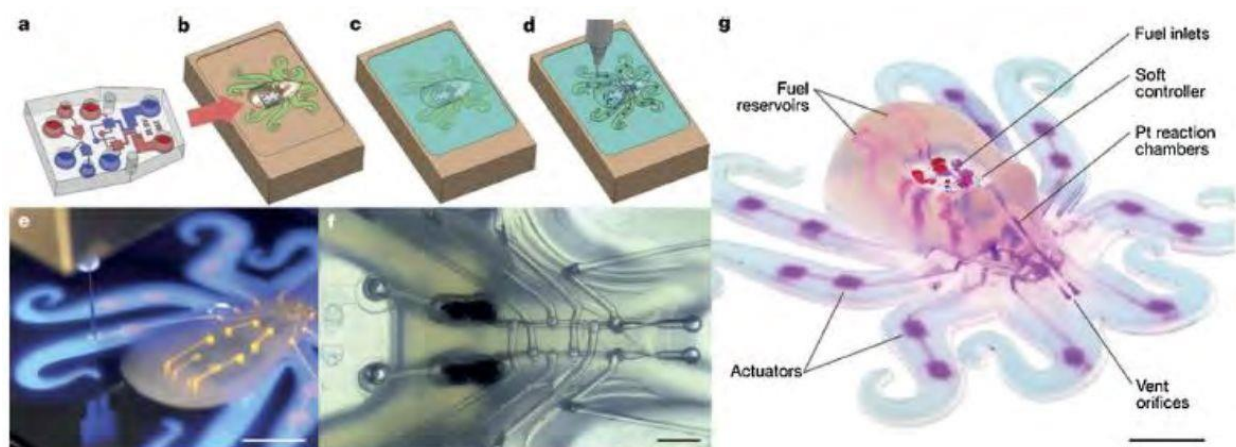
تکنولوژی های تولید افزایشی کنونی اجازه ساخت وسایل الکترونیکی عملکرد مانند آنتن، خازن، مقاومت و القاگرها را در یک مرحله، بدون نیاز به هیچ فرآیند ثانویه ای، می دهند. چاپ جت آئروسول و چاپ جوهر افشان دو تکنولوژی رایج اند که در این زمینه کاربرد دارند. این دو فرآیند می توانند در دسته چاپگرهای غیرتماسی قرار بگیرند، چون نازل آنها در تماس مستقیم با وسایل الکترونیکی چاپ سه بعدی شده قرار نمی گیرد. در این زمینه، کیم و همکاران ترانزیستورهای لایه نازک که دارای قابلیت انعطاف روی زیرلایه های پلاستیکی هستند، با استفاده از جوهر نقره خود تولید شونده ساخته اند.

در پژوهشی دیگر روشی برای چاپ مقاومت روی یک زیرلایه پلاستیکی گزارش شده که با استفاده از پلیمر رسانا می توان به مقدار مقاومت بالاتری با تکرارپذیری بالا دست یافت. کونگ و همکاران نشان دادند که پنج ماده مختلف (1) نانوذرات نقاط کوانتومی (2) یک ماتریس الاستومری (3) پلیمرهای رسانا (4) سرب های فلزی (5) یک لایه زیرین چسبیده شفاف UV را می توان چاپ سه بعدی نمود و با اجزای دستگاه با خواص فعال به طور کامل یکپارچه کرد. دیویدهای ساطع کننده نور بر پایه نقاط کوانتومی LED-QD که چاپ سه بعدی شده اند، خواص انتشار نور بی نظیر و قابل تنظیمی را ارائه می دهند. بر اساس این مقالات می توان جمع بندی نمود که چاپ سه بعدی روشی تطبیق پذیر برای ساخت دستگاه های الکترونیکی بوده و قادر به یکپارچه سازی تعداد زیادی مواد از دسته های مختلف است.

روبات های مرسوم که از مواد سخت و اجزای الکترونیکی مختلف ساخته شده اند نیاز به چند مرحله برای ساخت اجزای مختلف و سپس مونتاژ آنها به صورت روبات های عملکرد دارند. با ظهور چاپ سه بعدی، روبات های نرم که متشکل از مواد نرم و عاری از هرگونه جزء الکترونیکی هستند را می توان با استفاده از تکنولوژی چاپ سه بعدی با جاسازی چند ماده ای EMBBD تولید کرد. ونر و همکارانش روباتی تنها از مواد نرم ساخته اند که کنترل آن با منطق میکروفلوئیدی، که به طور مستقل حرکت ربات را تنظیم می کند، انجام می شود (شکل 3). این تکنیک جدید چاپ سه بعدی مونتاژ قابل برنامه ریزی مواد چندتایی و طراحی یکپارچه یک قسمت از پیش ساخته را فراهم کرده و می تواند به عنوان یک راهنما برای نسل بعدی روبات های کاملاً نرم به خدمت گرفته شود.

ساخت فرستنده های کم هزینه برای آنتن های پچ در کاربردهای اتصال بدون سیم با استفاده از جوهر نانوذرات نقره گزارش شده است. در این تحقیق یک راه حل تجاری قابل اعتماد برای نمونه سازی فرستنده ها با چاپ سه بعدی پیشنهاد شده که هزینه کلی تولید آنتن ها را پایین می آورد. اگرچه تکنولوژی های چاپ سه بعدی حال حاضر امکان چاپ طیف گسترده ای از مواد شامل پلیمرها، فلزات و سرامیک ها را دارد، اجزای ساخته شده عموماً محدود به تنها یک ماده تک جزئی و تک عملکرد شده اند.

اخیراً MacDonald و Wicker در راستای افزایش عملکرد اجزای یک مقاله مروری در مورد مفهوم چاپ سه بعدی چند فرآیندی که با نام چاپ سه بعدی هیبریدی نیز شناخته می شود، منتشر نموده اند. در چاپ سه بعدی چند فرآیندی، با جاسازی روباتیک اجزا یا با ترکیب دو فرآیند مکمل یعنی افزایشی و کاهشی، امکان یکپارچه سازی مواد غیر مشابه و جاسازی اجزای فعال فراهم گردیده و خصوصیت چند عملکردی را به ارمغان می آورد.



شکل 3 مونتاژ روبات مستقل کاملاً نرم

بیشتر بدانید >> [ساخت بافت زنده با پرینتر سه بعدی](#)

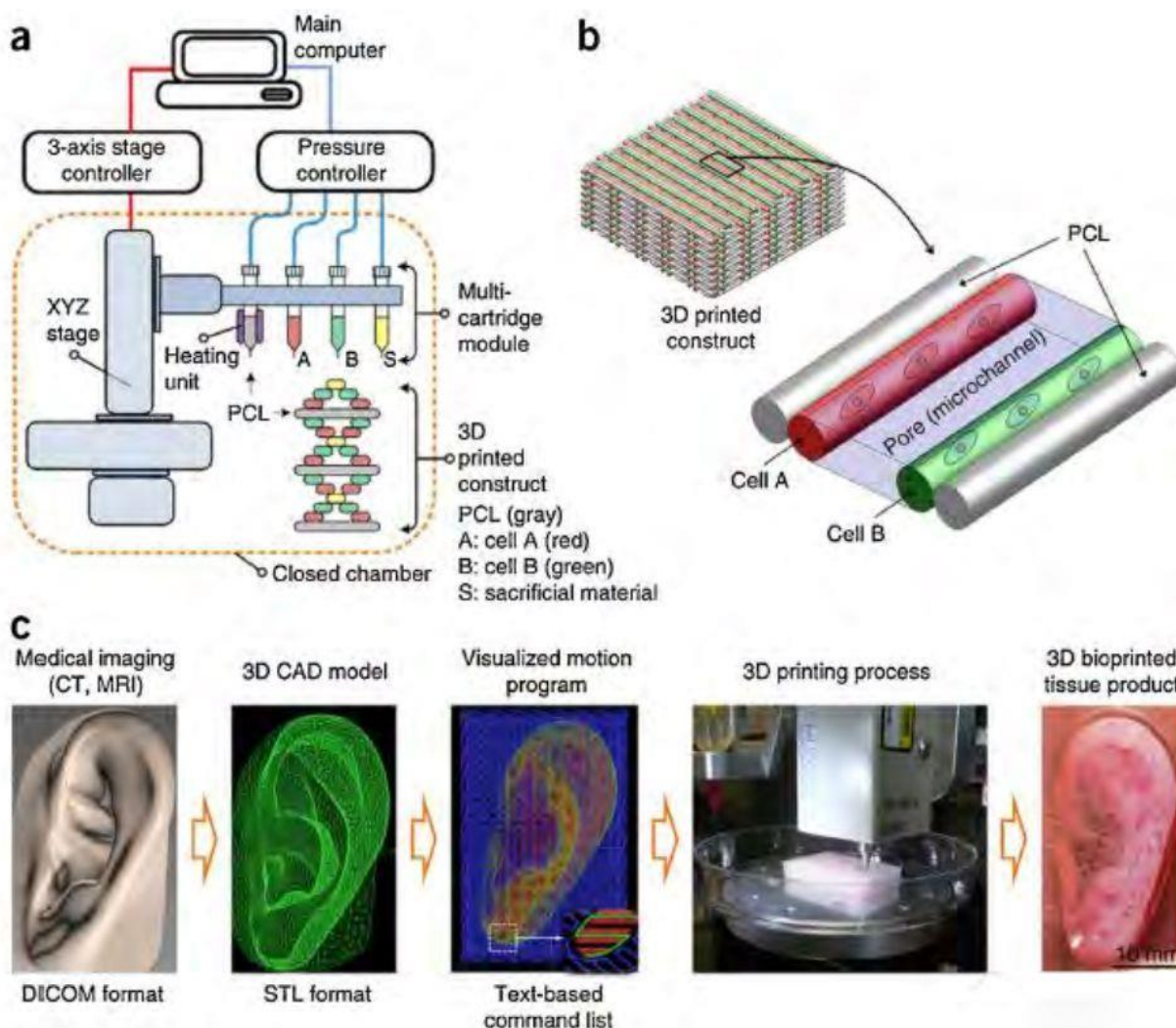
4. مواد زیستی

پیشرفت های اخیر در مواد زیست سازگار، امکان چاپ زیستی سه بعدی بافت های زنده عملکرد را فراهم آورده است و می تواند در داروهای بازسازی و پیوند اعضا به کار گرفته شود. به طور کلی مواد چاپ زیستی سه بعدی خیلی محدود بوده و عمدتاً شامل پلیمرهای طبیعی و پلیمرهای مصنوعی زیست سازگار مانند کوپلیمرهای دی بلاک اصلاح شده، آلگینات سدیم، کیتوزان و پلیمرهای پایه آکریلات می شوند.

انتخاب ماده یکی از حیاتی ترین مسائل در چاپ زیستی سه بعدی است. یکی از چالش های اصلی برای چاپ زیستی تولید ساختارهای سلولی عروقی سه بعدی دارای یکپارچگی ساختاری است. اخیراً کانگ و همکاران یک سیستم چاپگر ارگان-بافت یکپارچه ITOP گزارش کرده اند که می تواند ساختارهای بافت را به هر شکلی و با پایداری مکانیکی خوب در مقیاس انسانی بسازد.

5. مواد کامپوزیتی

مواد کامپوزیتی نسبتاً جدید هستند اما در زمینه تولید افزایشی مثال‌های کمی از کاربرد آن‌ها موجود است. سایمون و همکارانش فرمولاسیون یک ماده کامپوزیتی ترموپلاستیک را برای چاپ حسگرهای الکترونیکی که قادر به حس کردن خمش‌های مکانیکی و تغییرات ظرفیتی هستند ارائه دادند (شکل 4). پلی‌کاپرولاکتون PCL تجاری رایج به عنوان یک ماتریس پلیمری ترموپلاستیک قابل چاپ انتخاب شد و از کریل سیاه به عنوان یک ماده پرکننده ارزان برای فرمولاسیون ماده رسانا استفاده گردید. بارگذاری بهینه کریل سیاه 15 درصد وزنی گزارش شد و بارگذاری‌های بالاتر منجر به ایجاد یک کامپوزیتی شد که قابلیت عبور از نازل FDM را نداشت. این ماده کامپوزیتی جدید امکان تولید افزایشی محدوده‌ای از حسگرهای الکترونیکی، مانند حسگرهای فشار (پیزو مقاومت) و حسگرهای ظرفیتی، با استفاده از یک چاپگر FDM ارزان را بدون نیاز به امکانات تولید گران حسگر، فراهم می‌نماید.



شکل 4 سیستم چاپگر بافت-ارگان یکپارچه ITOP

در گزارشی دیگر به افزایش خواص مکانیکی اجزای چاپ شده با استفاده از یک ماده کامپوزیتی الهام گرفته از مواد زیستی با آرایش توپولوژیکی خاص مواد نرم و مواد سخت اشاره شده است. چاپ سه بعدی روشی برای تولید کامپوزیت مقاوم به شکست نشان داده شده است. در واقع می‌توان برای طراحی مواد کامپوزیتی از مدل‌های کامپیوتری کمک گرفت و سپس برای ساخت اجزایی با

عملکرد مکانیکی قابل تنظیم از چاپ سه بعدی بهره گرفت. کیم و همکاران یک ماده کامپوزیتی پلیمری نانوذره پیزو الکتریک کارآمد را معرفی کرده اند که می توان آن را با استفاده از چاپ با طراحی دیجیتال به صورت میکروساختار سه بعدی چاپ کرد. بدین ترتیب که برای ساخت پلیمرهای پیزو الکتریک، نانوذرات تیتانات باریوم (BTO) به پلی اتیلن گلیکول آکریلات افزوده شده و سپس با قرار گرفتن در معرض ماسک های نوری دیجیتال مختلف، میکروساختارهای سفارشی سه بعدی تولید شدند. بایستی توجه نمود که نانوذرات تیتانات باریوم به منظور افزایش بازده تبدیل ماده کامپوزیتی، به صورت شیمیایی با گروه های عاملی آکریلات اصلاح شدند. برای نسل بعدی مواد کامپوزیتی می توان آن ها را به صورت مواد ماتریسی مخلوط یا مواد ماتریسی متخلخل برای دیگر کاربردها در نظر گرفت. پیشرفت های اخیر مواد جدید در چاپگرهای سه بعدی به طور خلاصه در جدول 1 ارائه شده است.

جدول 1 خلاصه ای از پیشرفت های اخیر مواد جدید چاپ سه بعدی

کاربرد	فرآیند (ASTM)	ماده خاص	دسته
محرك، حسگر، جواهر، گیره (گریپر)	فوتوپلیمریزاسیون Vat	پلیمر های حافظه دار	مواد دیجیتال و هوشمند
حفاظت گرمایی	فوتوپلیمریزاسیون Vat	مونومر های قابل پخت UV	مواد سرامیکی
ترانزیستور لایه نازک، فرستنده آنتن	جت ماده	جوهر نانوذرات نقره	مواد الکترونیکی
مقاومت ها	جت ماده	پلیمر رسانا	
دیوید های فرستنده سبک	جت ماده	نقاط کوانتومی	
مهندسی بافت	اکستروژن ماده	هیدروژل ها	مواد زیستی
دستگاه های میکروفیزیولوژیکی قلبی	اکستروژن ماده	جوهر های عملگر	
حسگر کامپوزیت های مقاوم به شکست	فوتوپلیمریزاسیون Vat	CB/PCL	مواد کامپوزیتی
پلیمر های پیزو الکتریک سه بعدی		VeroWhite Plus & TangoBlack Plus	
		تیتانات باریوم نانوذره/پلی اتیلن گلیکول دی آکر یلات	

[3dRD](#) <<بزرگترین و تخصصی ترین تولید کننده پرینتر های سه بعدی در ایران>>