



دانشگاه زنجان

دانشکده برق

پایان نامه‌ی کارشناسی

گرایش:

الکترونیک

عنوان:

طراحی و ساخت پرینتر سه بعدی FDM

نگارنده: محمدرضا جوادپور لنگرودی

استاد راهنما: دکتر مصطفی یارقلی

بهمن ۱۳۹۶







فهرست

- فصل ۱ ..... ۱
- ۱.۱. پرینت سه بعدی در طبیعت ..... ۲
- ۱.۲. تاریخچه نمونه سازی سریع ..... ۲
- ۱.۳. پرینت‌های سه بعدی ..... ۳
- ۱.۴. چاپگر سه بعدی چگونه کار می کند؟ ..... ۴
- 1.5. معرفی صنایع دارای پتانسیل استفاده از چاپ سه بعدی ..... ۵
- ۱.۵.۱. هوا و فضا ..... ۵
- ۱.۵.۱.۱. کنترل طراحی ها قبل از ورود به چرخه تولید ..... ۵
- ۱.۵.۱.۲. طراحی قطعات سبک ..... ۵
- ۱.۵.۱.۲. دلایل استفاده از پرینتر سه بعدی در صنعت هوا و فضا ..... ۶
- ۱.۵.۲. معماری ..... ۸
- ۱.۵.۳. هنر ..... ۹
- ۱.۵.۴. اتومبیل سازی ..... ۱۰
- ۱.۵.۵. مهندسی ..... ۱۱
- ۱.۵.۶. کارگاه ساخت و Fablab ..... ۱۲
- ۱.۵.۷. مد ..... ۱۳

.....	۱۵	۱.۵.۸. کمکهای بشر دوستانه
.....	۱۶	۱.۵.۹. طلا و جواهر
.....	۱۸	۱.۵.۱۰. تولید
.....	۱۸	۱.۵.۱۱. پژوهش
.....	۱۹	۱.۵.۱۲. آموزش
.....	۲۱	فصل ۲
.....	۲۲	۲.۱. انواع مدل های مکانیکی پرینتر های سه بعدی
.....	۲۲	۲.۱.۱. پرینترهای سه بعدی کارتزین
.....	۲۳	۲.۱.۲. پرینترهای Core-XY
.....	۲۳	۲.۱.۳. پرینترهای سه بعدی دلتا
.....	۲۵	۲.۱.۴. پرینترهای سه بعدی دورانی
.....	۲۵	۲.۲. اف دی ام و تکنولوژی ساخت افزایشی – FFF or FDM
.....	۲۶	۲.۳. معرفی چند برد کنترل و ست الکترونیک پرینتر سه بعدی
.....	۲۷	۲.۴. اجزای تشکیل دهنده پرینتر
.....	۲۷	۲.۴.۱. اکسترودر
.....	۲۹	۲.۴.۲. بدنه
.....	۳۰	۲.۴.۳. لید اسکرو
.....	۳۱	۲.۴.۴. تسمه و پولی Belt and Pulley











## ۱.۱. پرینت سه بعدی در طبیعت

پرینت سه بعدی یک پروسه افزایشی می باشد بدین معنی که یک قطعه طراحی شده با اضافه نمودن مواد بصورت

لایه به لایه ایجاد می گردد تا در نهایت یک قطعه سه بعدی تولید گردد که می تواند مورد استفاده قرار گیرد. این

پروسه همانند ساختمان سازی می باشد که آجرها لایه به لایه بر روی همدیگر قرار می گیرند تا در نهایت

ساختمانی چندین طبقه ساخته شود. با توجه به جدید بودن تکنولوژی پرینترهای سه بعدی، این دستگاه ها درسی

حال پیشرفت می باشند و هر روزه مدل های جدید از این دستگاه های پرینتر وارد بازار می گردد که تکنولوژی و

همچنین سرعت پرینت ارتقاء یافته است. برای توضیح بیشتر در مورد نحوه کارکرد پرینتر های سه بعدی نگاهی

به طبیعت می اندازیم که خیلی شبیه به پروسه پرینت سه بعدی می باشد. پرینت های سه بعدی طبیعت بدون

نقص بوده و می توان آنها را پرینتر سه بعدی بسیار پیشرفته معرفی نمود. مثال بارز این روند، تشکیل لایه های

مختلف زمین است که میتوان در شکل ظاهری کوهها آنها را به وضوح مشاهده کرد لایه های مختلفی از عناصر

مختلف معدنی که در طی زمان بر روی هم انباشته میشوند و تشکیل پستی و بلندی های زمین را میدهند که

نمونه بارز لایه گذاری طبیعی هستند. لایه های این سازه های طبیعی به مرور زمان توسط عوامل طبیعی مانند

باران، باد، طوفان و سیلاب شسته و صیقلی شده است ولی با این وجود می توان خطوط بین لایه ای و یا خطوط

پرینت را مشاهده نمود. هنگامی که مردم در طبیعت به یک پروسه طبیعی نگاه می کنند (همانند صدف و تخته

سنگهای نشان داده شده) شاید به راحتی از آن بگذرند ولی ممکن است برخی نیز به این فکر کنند که چگونه می

توان پروسه ای شبیه به این پروسه جهت تولید قطعات استفاده نمود و این همان پرینتر سه بعدی می باشد.

## ۱.۲. تاریخچه نمونه سازی سریع

برق دانشگاه پرینتر سه بعدی در سال ۱۹۸۶ و توسط فردی به نام Chuck Hull اختراع گردید. همزمان با اقدام به راه اندازی

بزرگترین کارخانه پرینتر سه بعدی توسط آقای Chuck Hull و به نام ۳D System، اقداماتی در راستای

تولید نمونه های دیگری از پرینترهای سه بعدی تحت عنوان پرینترهای سه بعدی SLA انجام گردید. همزمان با این اقدامات، کارخانجات دیگری نیز راه اندازی گردید که بر روی پرینترهای سه بعدی با تکنولوژی های متفاوت

تمرکز داشتند که از بین آنها می توان به تکنولوژی های SLS، DLMS، Polyjet، FDM، وFFF غیره اشاره

نمود. لازم به ذکر می باشد که در تمامی این پرینترها از تکنولوژی پرینت لایه به لایه استفاده می شود. در برخی

موارد از اصطلاح پرینت سه بعدی به عنوان نمونه سازی سریع یاد می شود و بر این موضوع در مواقعی که از این

تکنولوژی در جهت تولید قطعات صنعتی استفاده می شود تاکید بسیاری می شود. تکنولوژی های استفاده شده

در پرینترهای سه بعدی بسیار زیاد می باشند ولی می توان گفت که پرینترهای سه بعدی با تکنولوژی SLA و

FDM بیشترین طرفدار را داشته و این نوع پرینترها در خانه و یا میز کار اداره به وفور مورد استفاده قرار می

گیرند. تکنولوژی استفاده شده در این نوع پرینترهای سه بعدی در حال توسعه بوده و قیمت آنها رو به کاهش و

کاربری آنها نیز در حال آسانتر شدن می باشد.

### ۱.۳. پرینترهای سه بعدی

چاپگر (پرینتر) سه بعدی یکی از فناوری های نوظهور است و این قابلیت را ایجاد می کند که هر گونه جسم سه بعدی را با هر نوع پیچیدگی تولید کند و برای این کار لازم است تنها شکل مورد نظر در یکی از نرم افزارهای سه بعدی ساز طراحی و بعد آن را با متریال های مختلف چاپ کرد.

تمامی سازندگان و تولیدکنندگان صنعتی برای تست محصولات خود، نیاز به پیش تولید آن به منظور تکمیل و برطرف نمودن نقص های احتمالی دارند. امروزه چاپ سه بعدی این امکان را فراهم کرده که در کوتاه ترین زمان،

کم ترین هزینه و صرف نظر از پیچیدگی های نمونه، پیش تولید را انجام دهند. برای این کار فرآیندهای مختلفی از چاپ سه بعدی وجود دارد که هر کدام از آنها در صنایع مختلف استفاده می شود و برای چاپ نمونه به وسیله هر کدام از این فرایندها نیازمند مدل سه بعدی نمونه، توسط نرم افزارهای سه بعدی سازی مانند CAD و یا اسکنرهای سه بعدی هستیم.

اساس کار این چاپگرها این است که فایل سه بعدی توسط نرم افزارها به لایه های مجزا تفکیک شده و توسط پرینتر قابل خواندن می شود سپس چاپگر به طراحی و ساخت لایه ها پرداخته و در نهایت نمونه مورد نظر ساخته

می شود. فناوری های متفاوتی از چاپ سه بعدی هستند که هر کدام با مواد اولیه مخصوص عملیات چاپ را انجام می دهند. این مواد می توانند از جنس پلاستیک، فلز، سرامیک و... باشند. در حال حاضر بیشترین کاربرد بازار چاپ سه بعدی از مواد پلاستیکی است که معمولاً ABS و PLA مناسب ترین آنها هستند.

#### ۱.۴. چاپگر سه بعدی چگونه کار می کند؟

تفاوت تمامی پرینترهای سه بعدی در تکنولوژی و مواد مصرفی آنها است که آنها را از هم متمایز می کند. به عنوان مثال برخی پرینترهای سه بعدی بر پایه پودر (نایلون، پلاستیک، سرامیک و فلز) که با استفاده از یک منبع حرارت نوری (لیزر) ذوب شده و سپس جامد می شوند و شکل نمونه مورد نظر را می گیرند عمل چاپ را انجام می دهند. در برخی دیگر رزین های پلیمری با استفاده از لیزر لایه به لایه سفت و سخت شده و شکل جامد به خود می گیرند. (این لایه ها بسیار نازک هستند).

جهش قطرات ریز از مواد به سطح پلت فرم نیز که بیانگر تکنولوژی جوهر افشان در چاپ دو بعدی هستند، در چاپ سه بعدی به عنوان تکنولوژی جهش چسب شناخته می شوند. رایج ترین این تکنولوژی ها، روش FDM است که در آن مواد اولیه از جنس پلاستیک ABS و یا PLA به صورت رشته ای از طریق نازل دستگاه عبور کرده و پس از گرم شدن عمل لایه سازی را انجام می دهد از آنجا که چاپ سه بعدی امکان ساخت مستقیم و دقیق قطعات را فراهم می کند می توان با این تکنولوژی اشیاء پیچیده و با قابلیت های بسیار بالا را بدون نیاز به مونتاژ و در کمترین زمان تولید کرد.

با این حال یکی از مهمترین نکات اساسی تولیدی موفق با این دستگاه، طراحی بسیار دقیق نمونه ها می باشد و غیر از این عملیات مهم، آماده سازی فایل و همچنین تبدیل آن می تواند پیچیده و زمان بر باشد به ویژه برای قطعاتی که در طول فرآیند ساخت بسیار پیچیده هستند. با این حال بروز رسانی مستمر نرم افزار و ارتقاء آن می تواند به کاهش زمان و طول این روند کمک به سزایی کند. علاوه بر این پس از پایان کار چاپ بیشتر قطعات نیاز به پردازش دارند، این مرحله که شامل سنباده زدن، صیقل دادن، رنگ و یا دیگر نکات تکمیلی کار است، نیازمند زمان و مهارت بالایی است. و به طور خلاصه می توان گفت این تکنولوژی هم اکنون اینکار تنها با استفاده از مترال های معدودی قابل اجراست اما کار بر روی تولید با انواع مترال مختلف همچون فلزات، مواد خوراکی، مواد بیولوژیک و سایر اقلام نیز در مرحله تحقیق و توسعه است و در آینده ای نزدیک تحول بزرگی در فرآیند تولید ایجاد خواهد کرد.

## 1.5. معرفی صنایع دارای پتانسیل استفاده از چاپ سه بعدی

### ۱.۵.۱. هوا و فضا

#### ۱.۵.۱.۱. کنترل طراحی ها قبل از ورود به چرخه تولید

پرینت سه بعدی در حال حاضر یکی از ابزارهای مهم مهندسان هوا و فضا است و به آنها در نمونه سازی سریع، شکل دهی و حتی در تولید قطعات مورد نیاز کمک شایانی می نماید. به جرات می توان گفت که صنعت هوا و فضا یکی از دلایل رشد بازار نمونه سازی سریع و یا پرینتر سه بعدی می باشد. قطعات موتور و توربین و همچنین قطعات داخلی کابین هواپیما نمونه هایی از کاربرد روش نمونه سازی سریع و یا پرینتر سه بعدی در این صنعت می باشد. امکان تولید قطعات بسیار پیچیده و حساس و همچنین امکان تست ایرودینامیک قطعات طراحی شده قبل از تولید آنها و مهمتر از همه هزینه تولید بسیار پائین روش نمونه سازی سریع در کنار کاهش زمان تولید از مهمترین دلایل پر کاربرد بودن پرینترهای سه بعدی در این صنعت می باشد. همانطور که اطلاع دارید کاهش وزن و مواد بکار رفته در قطعات صنعت هوا و فضا باعث می شود تا آلودگی هوا و انتشار گازهای CO2 نیز کاهش یابد. امکان تولید قطعات بسیار پیچیده و کوچک و همچنین قطعات اختصاصی باعث شده است که پرینتر سه بعدی به عنوان یک عضو جدا نشدنی از صنعت هوا و فضا بحساب بیاید. و به همین خاطر بیشتر صنایع مرتبط با این صنعت به دنبال استفاده از این تکنولوژی می باشند. در زیر به بررسی چند پارامتر تاثیر گذار پرداخته می شود.

#### ۱.۵.۱.۱.۱. کاهش هزینه تولید

با توجه به این نکته که تولید مدل طراحی شده با استفاده از پرینتر سه بعدی و یا روش نمونه سازی نیازمند ساخت قالب و سایر پروسه های قطعه سازی نمی باشد و هزینه تولید فقط و فقط هزینه مواد قطعه طراحی شده می باشد لذا هزینه تولید قطعه با هر گونه پیچیدگی بسیار پائینتر از هزینه تولید با روشهای سنتی می باشد. همچنین چون امکان تولید قطعات پیچیده با کمترین پروسه اسمبل نمودن وجود دارد لذا تولید با این روش بسیار با صرفه تر و اقتصادی تر می باشد.

#### ۱.۵.۱.۱.۲. طراحی قطعات سبک

استفاده از روش نمونه سازی سریع و یا پرینتر سه بعدی جهت تولید قطعات پیچیده و در عین حال محکم باعث می شود وزن قطعات تولید شده با این روش در حدود ۴۰ الی ۶۰ درصد کاهش یابد و متناسب با آن هزینه سوخت

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

