

مفاهیم پایه
نرم افزار اسلایسر
در پرینت سه بعدی



چاپگرهای سه بعدی
3DPE

فهرست مطالب

3.....	فهرست اصطلاحات کاربردی نرم افزار پرینتر سه بعدی
4.....	فرمت فایل چاپ سه بعدی چیست
6.....	مفهوم رنگ در چاپ سه بعدی
7.....	رزولوشن چاپ یا دقت ارتفاع لایه گذاری
10.....	مفهوم ضخامت دیواره
12.....	مفهوم اینفیل یا تراکم یا پرشوندگی
14.....	سرعت چاپ سه بعدی
17.....	دمای چاپ سه بعدی
20.....	سایورت یا ساختارهای نگهدارنده
23.....	لایه اول پرینت
26.....	درصد ریزش فیلامنت
27.....	ریتراکشن <i>Retraction</i>
28.....	کالیبراسیون یا ترازبندی بستر
29.....	قطر سر نازل
34.....	قطر متریا ل فیلامنت
36.....	فایل جی کد چیست
38.....	اندازه بستر ساخت
41.....	مشاوره رایگان

مفاهیم پایه نرم افزار اسلایسر در پرینت سه بعدی

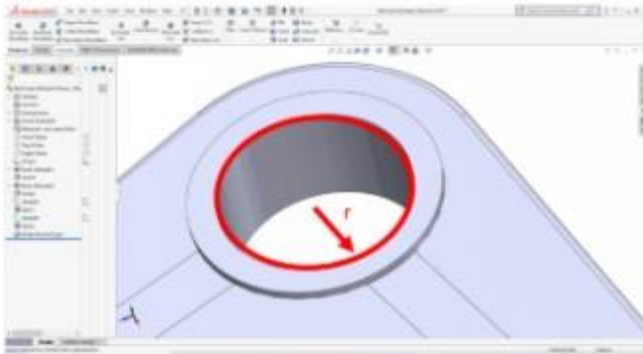
چاپگر سه بعدی به کمک یک نرم افزار واسط که اسلایسر Slicer نامیده میشود، فایل سه بعدی طراحی شده در نرم افزارهای مدل سازی مرسوم را پردازش کرده (خروجی به فرمت STL) و برای چاپ به فرمت G-Code آماده میکند. از محبوبترین اسلایسرها میتوان به Cura و Simplify3D اشاره کرد.

اگر از تازه کاران چاپگر سه بعدی هستید، هنگام آماده سازی فایل سه بعدی برای چاپ در هر نرم افزار slicing، حتما با یکسری پارامترهای تنظیماتی روبرو میشوید که ممکن است برای شما گیج کننده باشند؛ برخی افراد بدون توجه به یادگیری این موارد بسیار مهم به همان تنظیمات پیش فرض اسلایسینگ برای تمامی قطعات چاپی خود بسنده میکنند که مسلما کاری اشتباه است و زمان و هزینه زیادی را هدر خواهند داد یا حتی چاپ قطعاتشان دائما دچار مشکل خواهد بود. در این کتابچه می خواهیم این مفاهیم و اصطلاحات را که تاثیر زیادی در کیفیت چاپ دارند به زبانی ساده توضیح دهیم:

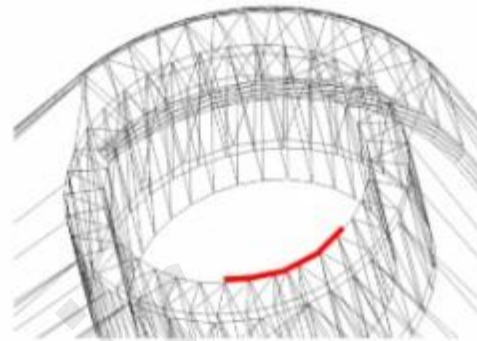
- فرمت فایل برای نرم افزار اسلایسر : STL
- رنگ در فرآیند چاپ 3بعدی : Color
- ارتفاع لایه گذاری یا دقت چاپ : Layer Height
- ضخامت دیواره : Shell Thickness
- تراکم پرشوندگی : Fill Density (Infill)
- الگوی پرشوندگی : Fill Pattern
- سرعت پرینت : Print Speed
- دمای چاپ نازل هد : Printing Temperature
- دمای بستر ساخت : Bed Temperature
- نوع ساپورت : Support Type
- نوع ساختار چسبندگی لایه اول چاپ : First Layer : Platform Adhesion Type : Raft – Brim - Skirt
- درصد مکش یا جریان فیلامنت : Flow Percentage
- پس کششی : Retraction
- کالیبراسیون یا تراز بندی بستر ساخت : Calibration
- قطر نازل : Nozzle Diameter
- قطر فیلامنت : Filament Diameter
- دستورات بر خط جی-کد : G-code
- اندازه بستر ساخت : Build Volume

1. فرمت فایل STL:

Engineering CAD file:

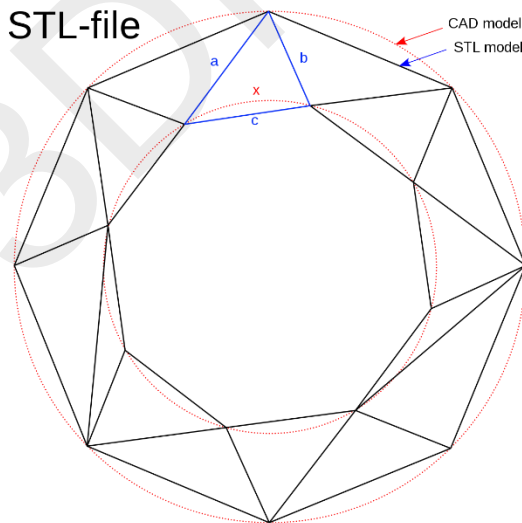


STL file:



به طور خلاصه، فایل STL اطلاعات نرم افزاری و هندسی مربوط به یک مدل سه بعدی را ذخیره می کند. این فرمت فقط هندسه سطوح یک جسم سه بعدی را در حالت لایه های مثلثی نشان می دهد و هیچ اطلاعاتی در مورد رنگ، بافت یا ویژگیهای دیگر مدل ارائه نمی دهد. فرمت STL متداول ترین فرمت فایل سه بعدی برای 3D Print محسوب میشود. اکثر شرکتهای خدمات دهنده پرینت سه بعدی در ایران و جهان این نوع فرمت را برای سفارش درخواست میکنند (البته امکان استفاده از فرمت STP یا STEP نیز هست). اگر این فرمت فایل را از طریق یک اسلایسر سه بعدی استفاده کنید، به کامپیوتر امکان می دهد که با چاپگر سه بعدی ارتباط برقرار کند (در واقع STL توسط نرم افزار اسلایسر به همان فرمت مرسوم G-Code که در دستگاه برش CNC نیز بکار میرود، تبدیل میگردد).

STL-file



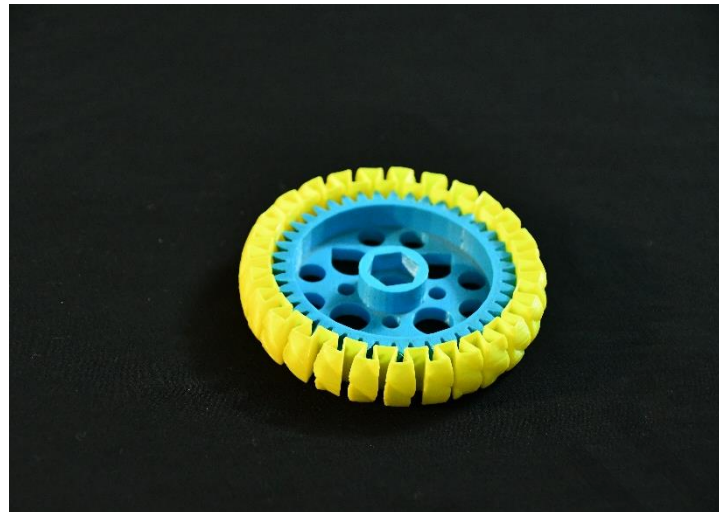
از زمانی که فرمت STL به وجود آمد، نرم افزارهای CAD زیادی از آن پشتیبانی کردند و امروزه به طور گسترده برای نمونه سازی سریع، پرینت سه بعدی و تولیدات کامپیوتری مورد استفاده قرار می گیرد.

معنای واقعی پسوند STL در طول زمان متغیر شده است؛ اغلب افراد باور دارند که مخفف کلمه StereoLithography است (مربوط به فناوری پرینت سه بعدی رزینی یا استریولیتوگرافی)؛ هرچند که گاهی از آن به عنوان نماد Standard Triangle Language یا Standard Tessellation Language (بخاطر ساختار مثلثی این فرمت) هم یاد میشود.

فراموش نکنید همه نرم افزارهای مدلسازی سه بعدی مرسوم مثل کتیا، سالید ورک و غیره قادر هستند خروجی فرمت STL یا STP را برای 3D Print ایجاد کنند؛ پس براحتی میتوانید از مدل سه بعدی خود این فرمتها را خروجی بگیرید (در نرم افزارهای مدلسازی حوزه انیمیشن مثل 3DMax که اصطلاحا کاربرد طراحی صنعتی ندارند، فرمت STL نیاز به بهینه سازی قبل از اکسپورتینگ نهایی دارد تا با فرآیند 3D Printing سازگار شود).

نکته: فرمتی که برای پرینت سه بعدی رنگی (عمدتا پلیمرهای رنگی با تابش لیزر) بکار میرود، بنام [OBJ File Format](#) خوانده میشود. برای یادگیری بیشتر درباره این فرمت کاربردی چاپگرهای سه بعدی، مقاله «[راهنمای جامع فرمت STL](#)» را مطالعه کنید. همچنین جهت یادگیری نحوه گرفتن خروجی فرمت «اس تی ال» از اکثر نرم افزارهای مدل سازی سه بعدی، مقاله «[آموزش روشهای تبدیل یا ساخت فرمت STL](#)» را در وبسایت بررسی نمایید.

2. مفهوم رنگ در فرآیند چاپ سه بعدی:

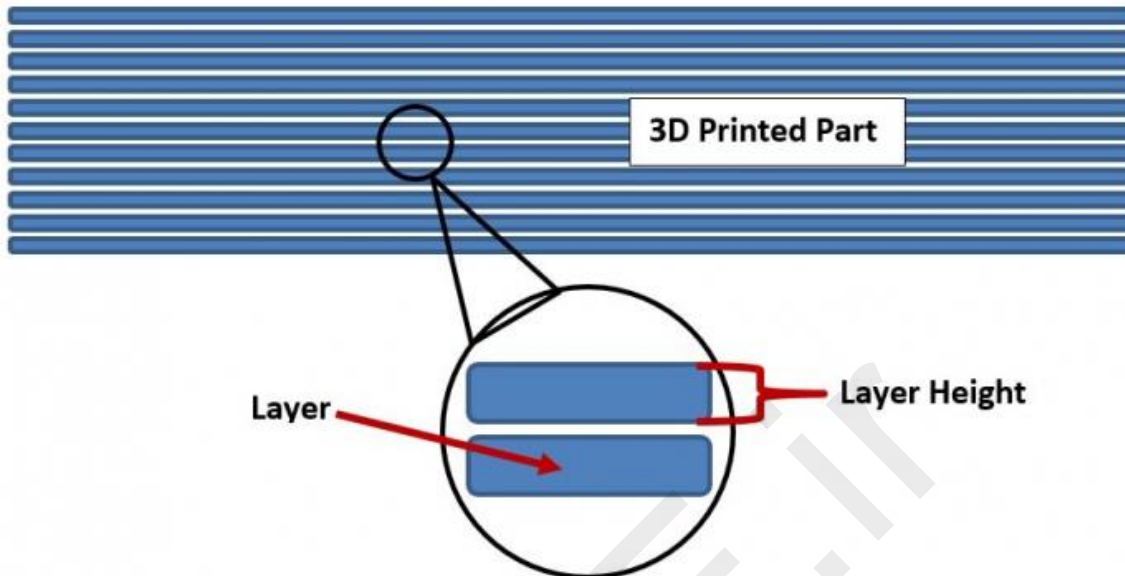


اکثر افراد ناآشنا با 3D Print فکر میکنند که همه چاپگرهای سه بعدی قادر هستند قطعاتی کاملا رنگی بسازند، در حالیکه این تصور اشتباه است؛ تنها برخی از تکنیهای پرینت سه بعدی پودر پلیمر که با تابش لیزر کار میکنند قادر هستند قطعات تمام رنگی بسازند. در ایران خیلی شرایط واردسازی پرینترهای سه بعدی رنگی فراهم نیست (زیرا قیمت تمام شده بسیار بالایی خواهند داشت و فعلا هیچ پشتیبانی یا گارانتی هم فراهم نیست). البته چند شرکت معدود ایرانی خدمات چاپ سه بعدی رنگی را ارائه کرده اند.

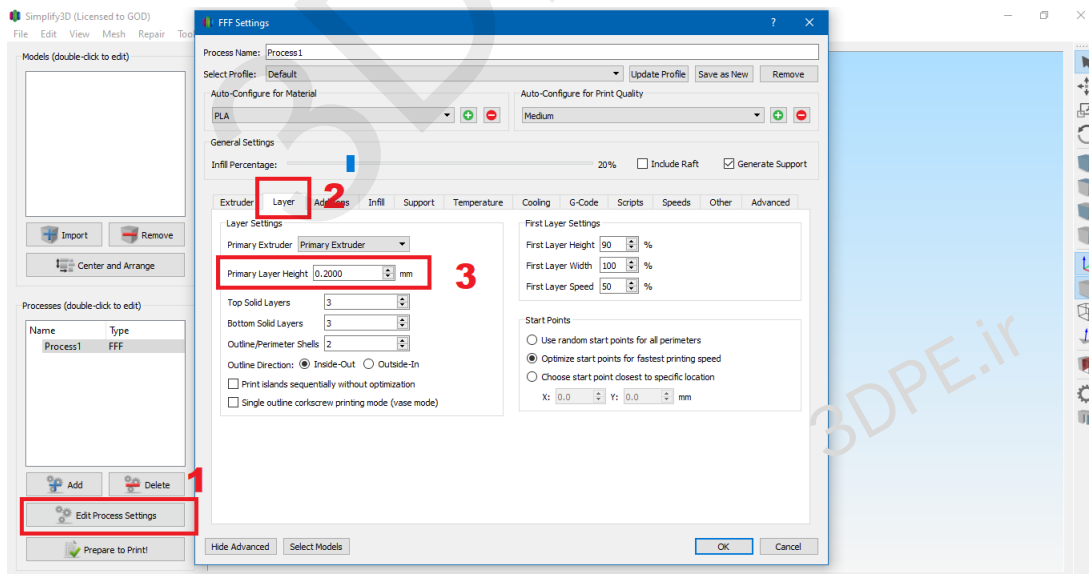
عمده تکنولوژیهایی که در ایران مرسوم و تجاری هستند شامل دو نوع میشوند: ترموپلاستیک یا FDM 3D Printer - رزینی یا SLA 3D Printer. هر دو این فناوریها از متریال ساخت تک رنگ بهره میبرند. همانطور که در بخش قبلی هم گفتیم، فرمت STL نیز فایلی فاقد ساختار رنگ ارائه میدهد.

البته فراموش نکنید که پس از ساخت قطعه نهایی با هر دوی این روشها، امکان پولیشکاری هنری - صنعتی و رنگ آمیزی بخوبی فراهم است. برخی پرینترهای سه بعدی FDM ایرانی نیز قابلیت ساخت قطعات با دو رنگ ترموپلاستیک متفاوت را دارا هستند که بنام پرینترهای سه بعدی دو نازل (دوگانه) بفروش میرسند، دقت کنید که برای پرینت دو رنگ با متریال ترموپلاستیک باید مدل سه بعدی بصورت دو پارت مکمل ولی مجزا از یکدیگر در نرم افزار مدلسازی سه بعدی طراحی شود تا اسلایسر چاپگر قادر به تفکیک رنگ (متریال مجزا) در هر دو پارت مدل گردد.

3. Layer Height یا ارتفاع لایه گذاری (دقت چاپ):



میزان ارتفاع دقیق (بر حسب میلیمتر یا میکرون) هر لایه از ترموپلاستیک اکستروژده شده، سخت و محکم شده توسط پرینتر سه بعدی را «ارتفاع لایه گذاری» میگویند. این عامل در فرآیند چاپ بسیار مهم میباشد و در واقع همان ظرافت لایه های چاپ یا رزولوشن پرینتر سه بعدی را مشخص میکند. پس این پارامتر تاثیر مستقیمی روی زمان پرینت، هزینه پرینت و کیفیت چاپ خواهد گذاشت؛ تنظیمات صحیح این گزینه در نرم افزار اسلایسر چاپگر سه بعدی باعث حفظ دقت نهایی قطعه در کنار کاهش هزینه و زمان چاپ میگردد.



نحوه تنظیم بخش ارتفاع لایه گذاری در اسلایسر Simplify3D

مفهوم Layer Height در نرم افزار اسلایسینگ: در اغلب اسلایسرها هر چقدر میزان عددی این کمیت کمتر قرار گیرد، یعنی لایه ها نازکتر هستند که کیفیت سطح قطعه بهتر میگردد ولی زمان چاپ و مصرف متریال بیشتر خواهد شد؛ پس سعی کنید در قطعات معمولی که خیلی کیفیت سطح مهم نیست مقدار متوسطی در نظر بگیرید تا متریال کمتری مصرف شود.



thick layers
print fast

thin layers
high resolution

بعبارت دیگر هر چه میزان ارتفاع عمودی لایه ها بیشتر باشد، طول خط افقی کوتاهتر بوده (سرعت چاپ بالاتر - سطحی صاف کمتر قطعه) و برعکس هر چه لایه ها نازکتر باشند (طول افقی بیشتر) و در نتیجه دقت چاپ بالاتر ولی زمان چاپ طولانی تر خواهد بود. معمولاً یک پرینتر سه بعدی با توجه به شرکت سازنده، حداکثر رزولوشن متفاوتی برای Layer Height دارد؛ کمترین ارتفاع لایه استاندارد تکنیک چاپ ترموپلاستیک عموماً بین ۵۰ تا ۱۰۰ میکرون است (۰٫۵ تا ۱ میلیمتر). البته اکثر پرینترهای ارزان قیمت چنین دقتی ندارند، بطور مثال در بروشور یک چاپگر سه بعدی با قیمت پایین، میزان ارتفاع لایه بین ۲۰۰ تا ۴۰۰ میکرون قید میشود. بنابراین در زمان خرید پرینتر سه بعدی به کمترین میزان Layer Height دقت کنید.

نکته: کمیتهای کمتر از ۴۰ تا ۵۰ میکرون در تکنیک FDM امکانپذیری فنی ندارند و متأسفانه با توجه به سوءاستفاده برخی از فروشندگان متفرقه، همه شرکتهای تولیدکننده معتبر چاپگر هم مجبور هستند دقت چاپهایی تا ۱۰ میکرون را هم بعنوان مزیت دستگاه FDM قید کنند تا از سودجویان عقب نمانند! بنابراین متوجه باشید که این ارقام ترفندی تبلیغاتی با توجه به شرایط بازار است.

برای درک بهتر نحوه تنظیم پارامتر Layer Height قانون زیر را در نظر بگیرید:

اگر مدل شما جزئیات خاصی ندارد، استفاده از ارتفاع لایه ضخیم باعث سریع تر شدن فرایند چاپ می شود، اما سطح نهایی سخت تر و خطوط بین لایه ها نمایان تر خواهند بود؛ چاپ با رزولوشن ضعیف برای موارد نمونه سازی ای مناسب است که در آنها جزئیات نقش مهمی ندارد.

اگر میخواهید طرحی با جزئیات پیچیده چاپ کنید، با ارتفاع لایه گذاری نازک بهترین نتیجه را خواهید گرفت. فرض کنید قصد دارید مدل زیر را با بالاترین کیفیت چاپ ممکن با پرینتر FDM بسازید؛ پس در اسلایسر دلخواهتان برای مدل عکس زیر (Tudor Rose Box) که جزئیات بسیار زیادی دارد، تنظیم 0.05 میلیمتر برای ارتفاع لایه گذاری و با سر نازل 0.3 توصیه میشود.



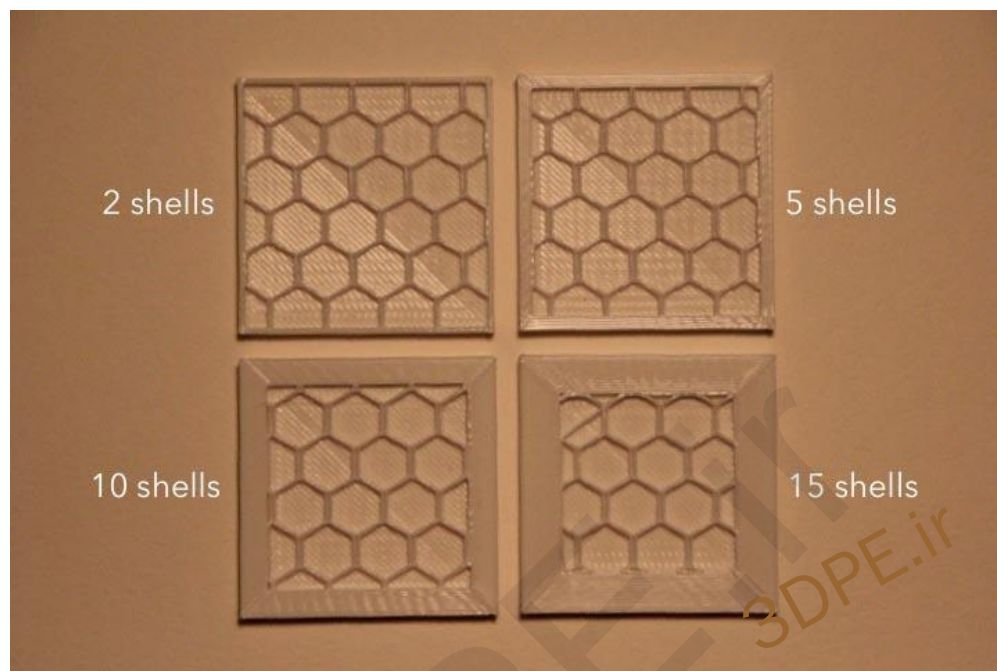
راهنمایی: 0.05 میلیمتر *layer height* در نرم افزار اسلایسر یعنی 50 میکرومتر (میکرون) کیفیت رزولوشن قطعه پرینت شده یا

0.1 میلیمتر *layer height* در نرم افزار اسلایسر یعنی 100 میکرومتر (میکرون) کیفیت رزولوشن قطعه پرینت شده

- نازل 0.4 میلیمتری - خوب = 0.1 میلیمتر، متوسط = 0.2 میلیمتر، زبر و سخت = 0.34 میلیمتر
- سر نازل 0.3 میلیمتری - عالی = 0.05 میلیمتر، متوسط = 0.2 میلیمتر، زبر و سخت = 0.3 میلیمتر

پیشنهاد میشود برای درک بهتر مبحث رزولوشن در چاپ سه بعدی مقاله [نکاتی درباره رزولوشن پرینتر سه بعدی](#) را از وبسایت مطالعه کنید.

4. Shell Thickness یا ضخامت دیواره:



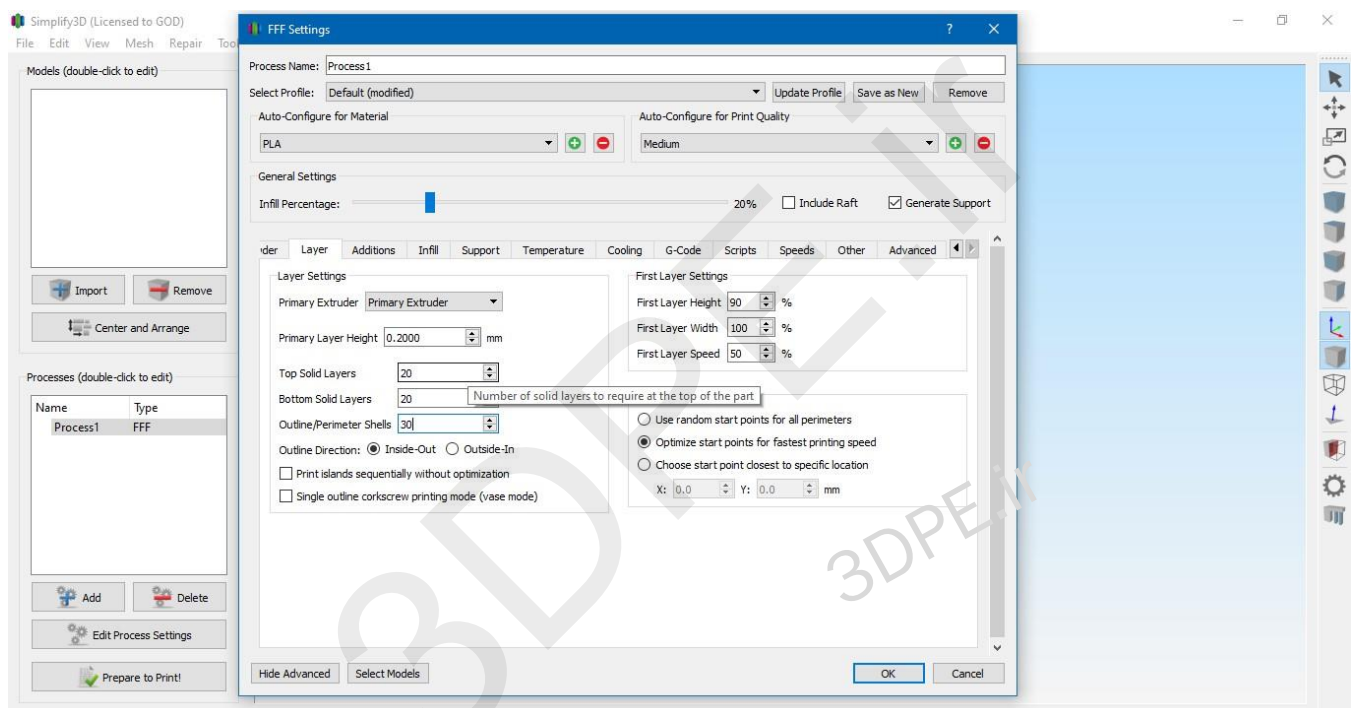
به میزان ضخامت دیواره خارجی (دیواره های جانبی) مدل فیزیکی در حال ساخت بر حسب میلیمتر، درصد یا تعداد میگویند. در واقع Shell thickness همان مفهوم wall Thickness یا ضخامت (تعداد) دیواره ها را می‌رساند. این پارامتر تاثیر مستقیمی در استحکام و دوام قطعه میگذارد؛ عکس زیر بخوبی گویای این مطلب میباشد:



بعثت اینکه این بخش خارجی ترین سطح دیواره ای است که با چشم قابل رویت هست، هر یک از این لایه ها را Shell یا پوسته نامیده اند. بنابراین تعداد Shell بیشتر برابر با استحکام بالاتر خواهد بود؛ اگرچه با افزایش تعداد شل ها، میزان مصرف متریال ترموپلاستیک و زمان چاپ افزایش تصاعدی می یابد.

یک مثال میزنیم: اگر میخواهید قطعه ای ساده و دکوراتیو بسازید، فرضاً یک مجسمه که قرار است در گوشه ای قرار گیرد عاقلانه این است که میزان Shell را کم در نظر بگیرید ولی اگر قطعه ای صنعتی دارید که قرار است تحت استرسهای مکانیکی واقع شود یا برای قالبگیری از آن استفاده کنید (فرضاً یک چرخ دنده یا یاتاقان) باید ضریب Shell بالا در نظر گرفته شود.

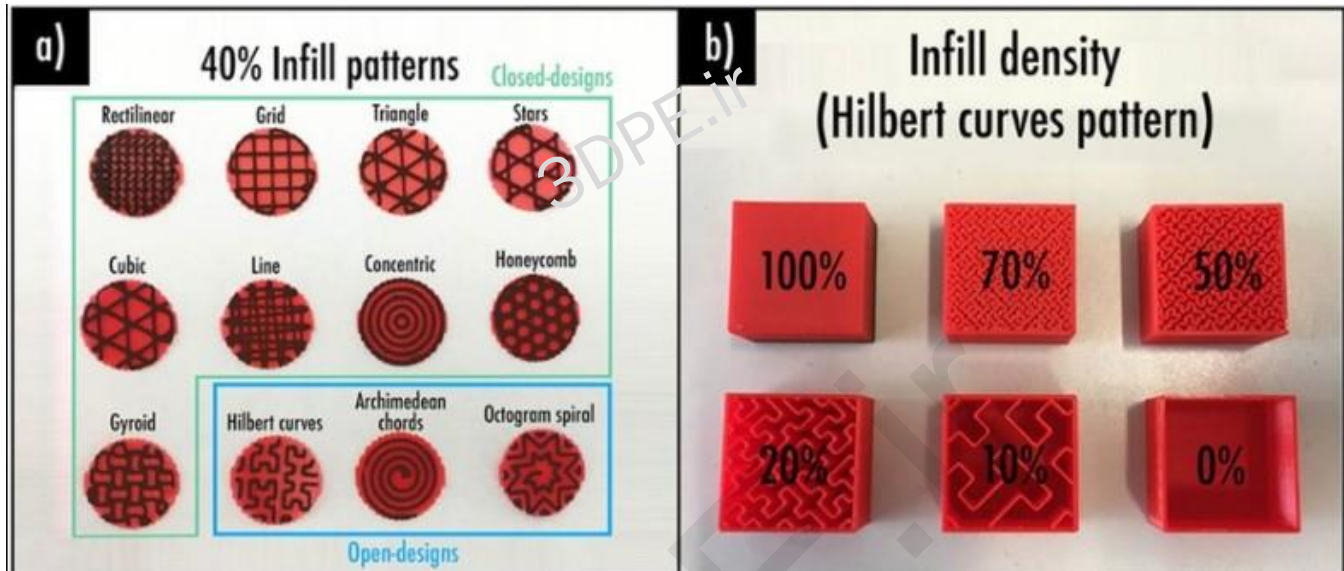
نکته مهم: پارامتر Shell Thickness با پارامتر مشابه Infill (که در ادامه مبحث توضیح خواهیم) و پارامتر Layer height که مبنای رزولوشن میباشد، تفاوت دارد.



نحوه تنظیم پارامتر Shell Thickness در اسلایسر Simplify3d

در اکثر نرم افزارهای اسلایسینگ محبوب مثل Cura یا Simplify3D، گزینه Shell بعنوان بخش solid layers معرفی شده است؛ فرضاً در عکس بالا، ضخامت دیواره های بخش بالایی، پایینی و احاطه شونده قطعه قابل تنظیم میباشد (به انضمام انتخاب نحوه تکمیل شدن از خارج به داخل یا از داخل به خارج).

5. Fill Density یا میزان پرشوندگی - Fill Pattern یا الگوی پرشوندگی:



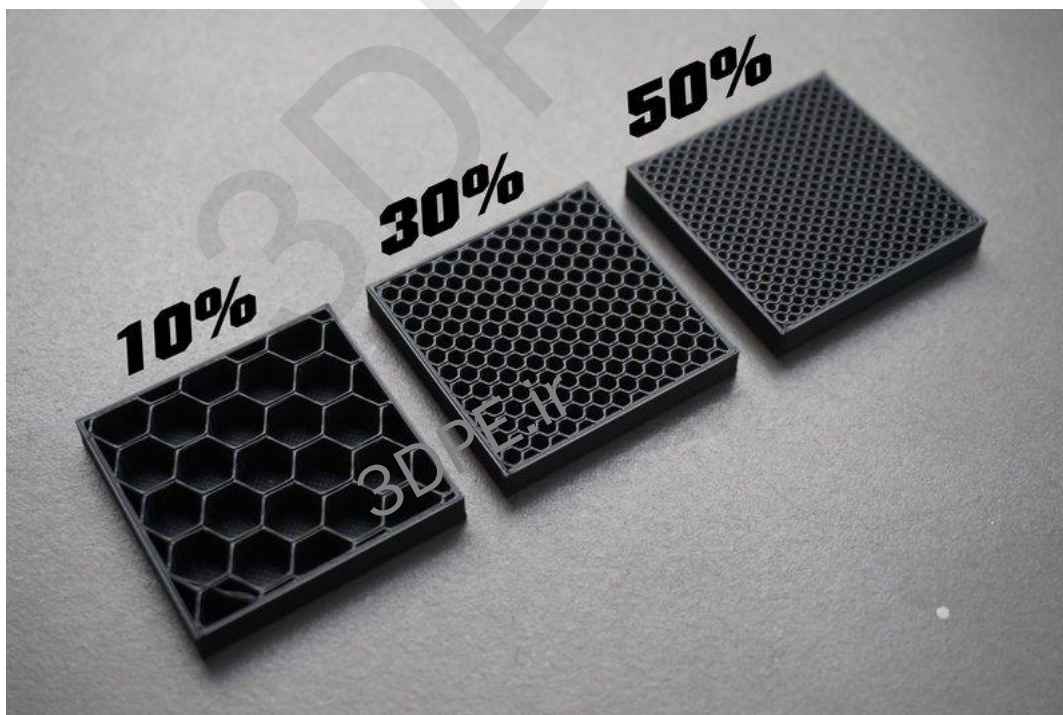
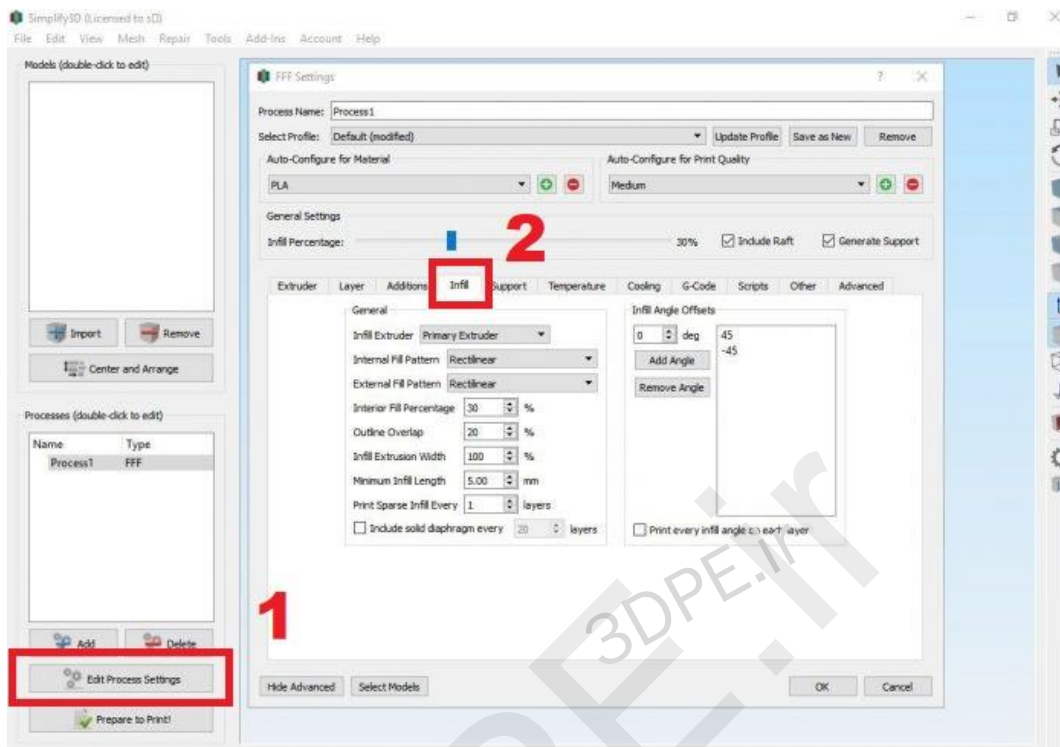
به میزان تراکم بافت مشبک در بخش داخلی مدل بر حسب درصد، Fill Density میگویند و همچنین نحوه الگودهی هندسی این بافت مشبک بنام infill patterns خوانده میشود که در عکس بالا انواع الگوهای هندسی قابل تنظیم در اسلایسرها نیز مشخص میباشد (پیشنهاد میکنیم مقاله [راهنمای انواع الگوهای پرشوندگی](#) را در سایت مطالعه کنید).

هر چه میزان پرشوندگی داخلی قطعه بیشتر شود، قطعه سنگینتر و در نتیجه متریال بیشتر و زمان طولانیتری برای ساخت نیاز خواهد داشت؛ در عین حال باعث بهبود استحکام قطعه نیز میشود. بطور معمول برای بیشتر قطعات، میزان تراکم 10 تا 20 درصدی کفایت ولی اگر قطعه ای تحت استرس قرار میگیرد باید تراکم بالاتر یا حتی تا 100 درصد در نظر بگیرید.

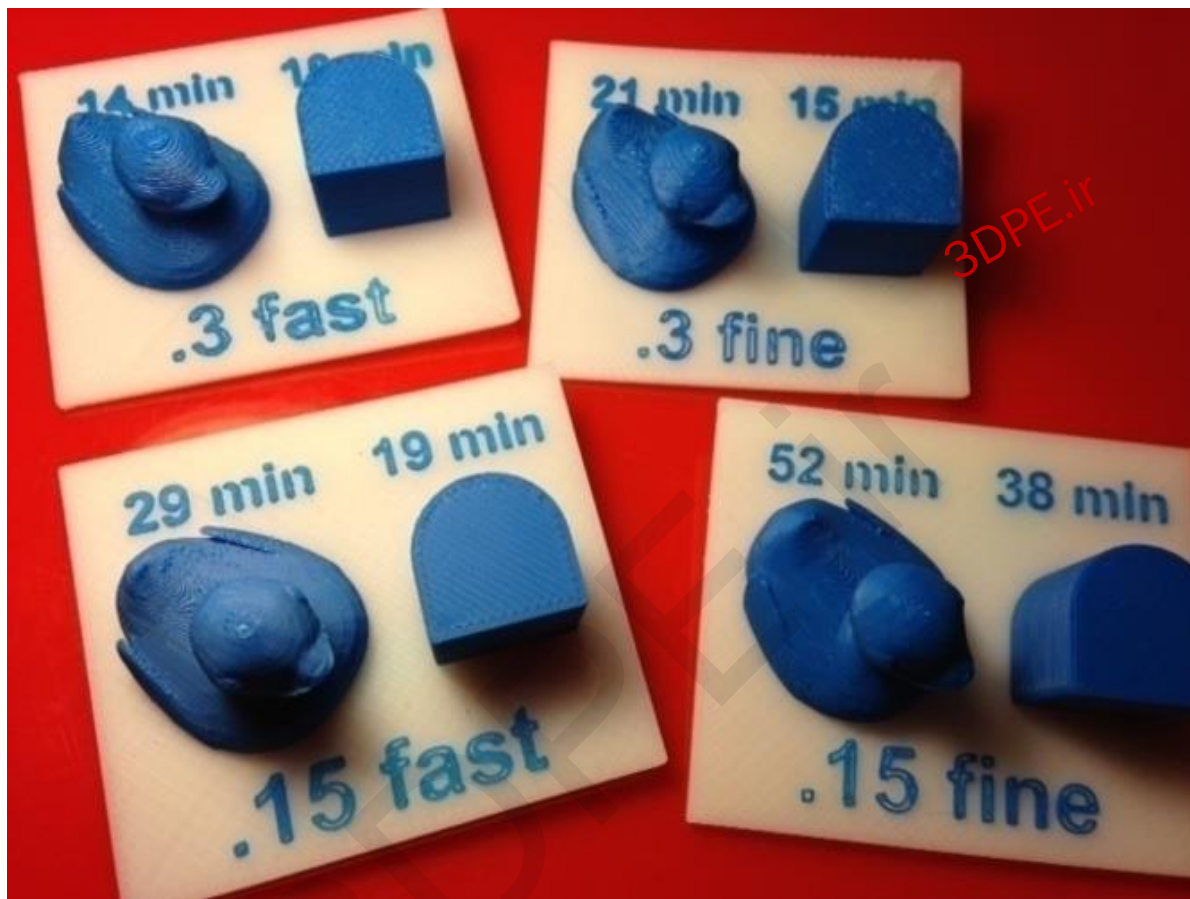
نکته مهم: دقت کنید که پارامترهای Infill و Shell Thickness در بخش تنظیمات اسلایسینگ روی یکدیگر تاثیر میگذارند؛ یعنی با افزایش میزان ضخامت Shell، فضای کمتری برای بخش Infill باقی خواهد ماند (دوباره عکسهایی هر دو پارامتر را با دقت نگاه کنید تا این مورد را متوجه شوید). با تنظیم صحیح و متناسب این دو بخش در عین حفظ استحکام قطعه میتوانید میزان متریال و زمان پرینت را کاهش دهید.

اکثر اسلایسرها مرسوم، تنظیمات مشابهی ارائه میکنند بطور مثال در اسلایسر Simplify3D بخش Infill طبق عکس زیر قابل دسترسی است:

| برای یادگیری توضیحات گزینه های تصویر به لینک [راهنمای انواع الگوهای پرشوندگی](#) در وبسایت مراجعه کنید |



6. سرعت چاپ یا Print Speed:



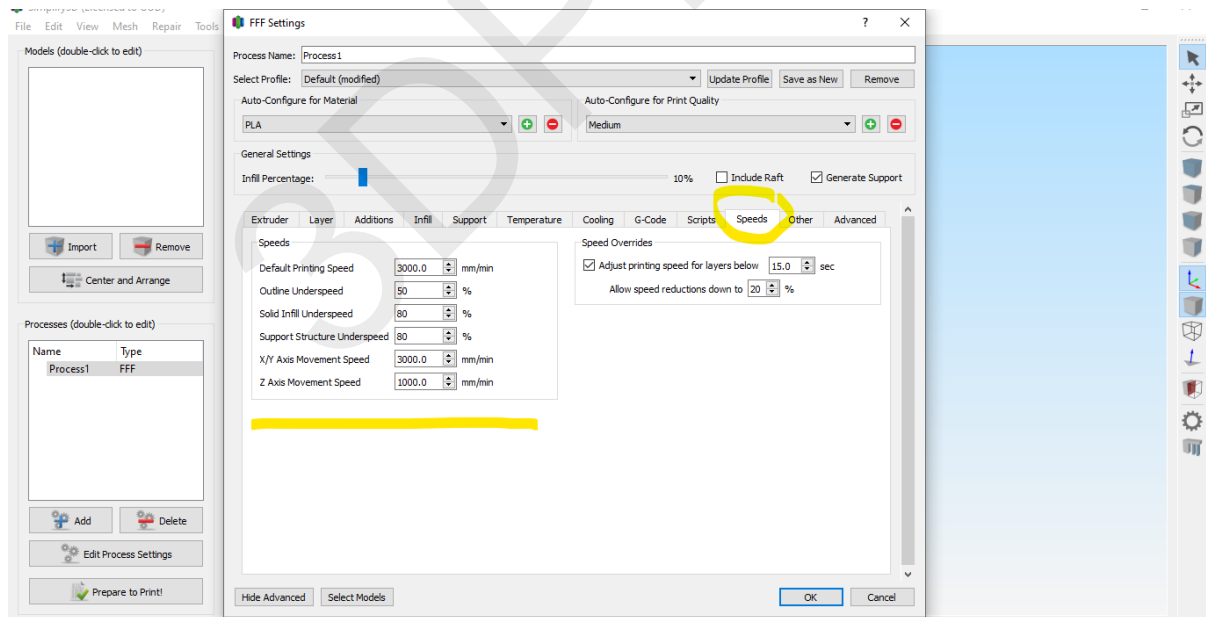
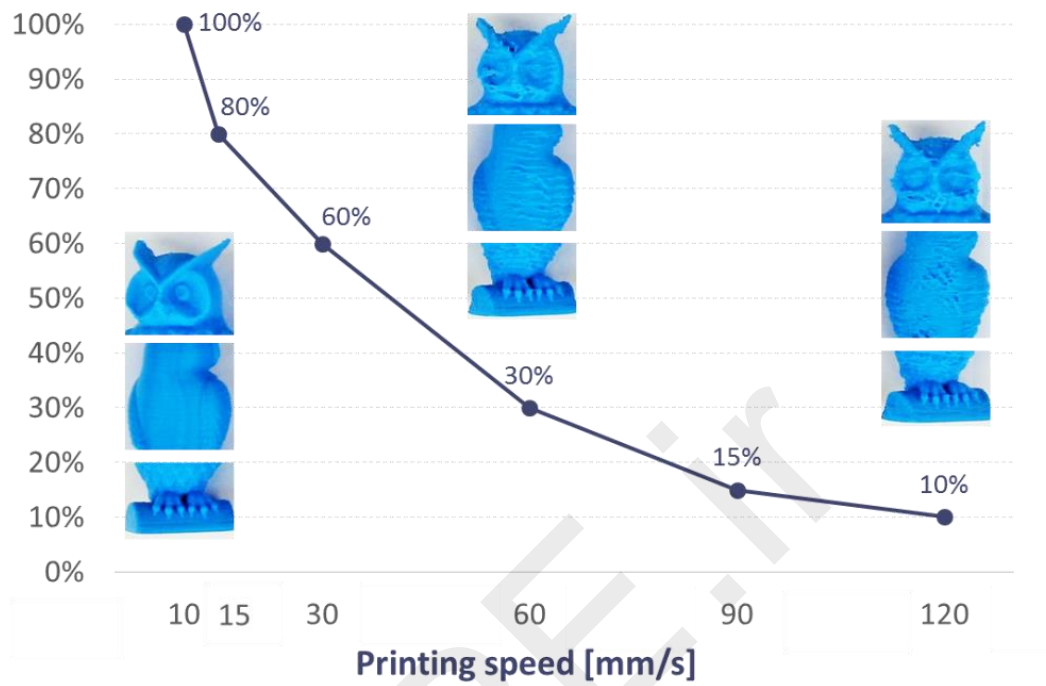
سرعت ساخت را میتوان بر اساس فناوری 3D Printer تقسیم بندی نمود. مثلا دو نوع تکنولوژی محبوب و تجاری چاپ سه بعدی شامل چاپ متریال رزینی و متریال ترموپلاستیک (فیلامنت) میباشد. تکنیک رزینی خود شامل سه فناوری است: SLA - DLP - LCD. منظور از تکنیک ترموپلاستیک نیز همان FDM میباشد. در حالت استاندارد چاپ FDM میتواند سریعتر از SLA باشد (با توجه به رابطه کیفیت، تعداد لایه و اندازه قطعه و تنظیمات سرعت) ولی در منطق سرعت حرکت لیزر سریعتر از حرکت مکانیکی اکسترودر FDM است. تکنیهای DLP و LCD از SLA نیز سریعتر هستند، چون با یک بار تابش، کل لایه تکمیل میشود.

به طور معمول سه نرخ سرعت پرینت برای تکنیک FDM (متریال فیلامنت) وجود دارد:

- اولین گروه در مقادیر ۴۰ تا ۵۰ میلیمتر بر ثانیه
- دومین گروه سرعت ۸۰ تا ۱۰۰ میلیمتر بر ثانیه
- سومین گروه با بالاترین رنج سرعتی حدود ۱۵۰ میلیمتر بر ثانیه

برخی پرینترهای سه بعدی در سرعتهای بالاتر هم وجود دارند مثلا Ultimaker 3

Quality [as % of top specimen]



بخش تنظیم سرعت پرینت در *Simplify3D*: این قسمت را با مشورت شرکت سازنده دستگاهتان تکمیل کنید

یک اصل کلی را فراموش نکنید: هر چه سرعت بالاتر رود، به همان میزان از دقت چاپ کاسته میشود، مخصوصاً در سرعتهای بالاتر از 150 mm/s این افت کیفیت بیشتر هم به چشم می آید و حتی ممکن است با مشکلات تزریق فیلامنت نیز مواجه شوید.

نکته 1: مدل‌های کوچک معمولاً با افزایش سرعت پرینت، تفاوت زمانی چندانی نخواهند داشت؛ مثلاً زمان چاپ دو ساعت در برابر یکساعت و پنجاه دقیقه. ولی در قطعات متوسط تا بزرگ، سرعت تاثیر چشمگیری روی زمان پرینت میگذارد؛ فرضاً شش ساعت و پنجاه دقیقه در برابر چهار ساعت و بیست دقیقه.

نکته 2: در حالت معمول برای قطعات با پیچیدگی نه چندان زیاد میتوانید سرعتی تا 70 mm بر ثانیه را در نظر بگیرید. اگر قطعه شما ساده است، سرعت را بالاتر ببرید و عدد ارتفاع لایه را کمی بزرگتر کنید. ولی اگر قطعه ای بزرگ و بسیار پیچیده دارید، عاقلانه است که سرعت کاهش یابد.

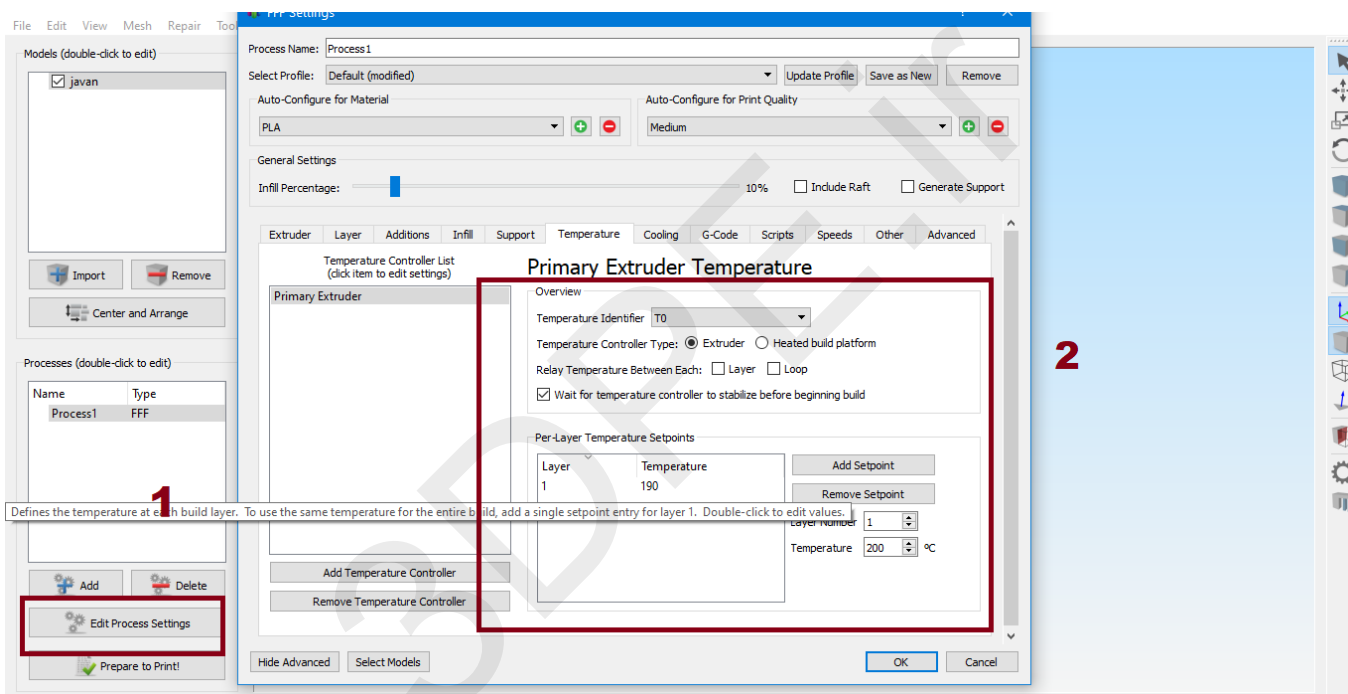
بنابراین سرعت پرینت به میزان پیچیدگی هندسی طرح، ابعاد ساخت، پارامترهایی مثل infill یا Shell ...، قطر سر نازل، نوع محورهای حرکتی دستگاه، کیفیت استپر موتورها، نوع فیلامنت ... بستگی دارد و همگی این عوامل بر سرعت چاپ تکنیک FDM تاثیرگذار هستند. هر چه سرعت بیشتر شود کیفیت چاپ کاهش می یابد و این یک اصل قطعی در تکنیک FDM بدون توجه به برند چاپگرها میباشد؛ پس در بروشورهای تبلیغاتی دستگاهها، مزیت سرعت را خیلی جدی نگیرید. | توضیحات بیشتر درباره Print Speed در لینک [سرعت پرینت سه بعدی تا چه حد است؟](#) |

7. دمای چاپ یا 3D Print Temperature:

میحث دمای چاپ عاملی بسیار مهم در فرآیند پرینت سه بعدی FDM محسوب میشود و شامل دو بخش میباشد:

- دمای Nozzle: نازل (اکسترودر)
- دمای Bed: دمای بستر ساخت

در واقع رشته ترموپلاستیک فیلامنت با تنظیم حرارتی مناسب بخوبی در بخش HotEnd نازل - اکسترودر دستگاه ذوب و بر اساس محور مختصاتی روی بستر ساخت بتدریج سرد میشود تا نهایتا کل قطعه فیزیکی تکمیل گردد. هر ترموپلاستیک فیلامنت با توجه به جنس خود، دمای متفاوتی را طلب میکند؛ بنابراین با تنظیمات اشتباه مثلا در دمای بیش از حد، قطعه دچار ریزش یا از ریخت افتادگی شدید میشود یا با دمای خیلی پایین، تزریق به درستی صورت نگیرد و سطح قطعه بسیار نامناسب تکمیل میگردد.



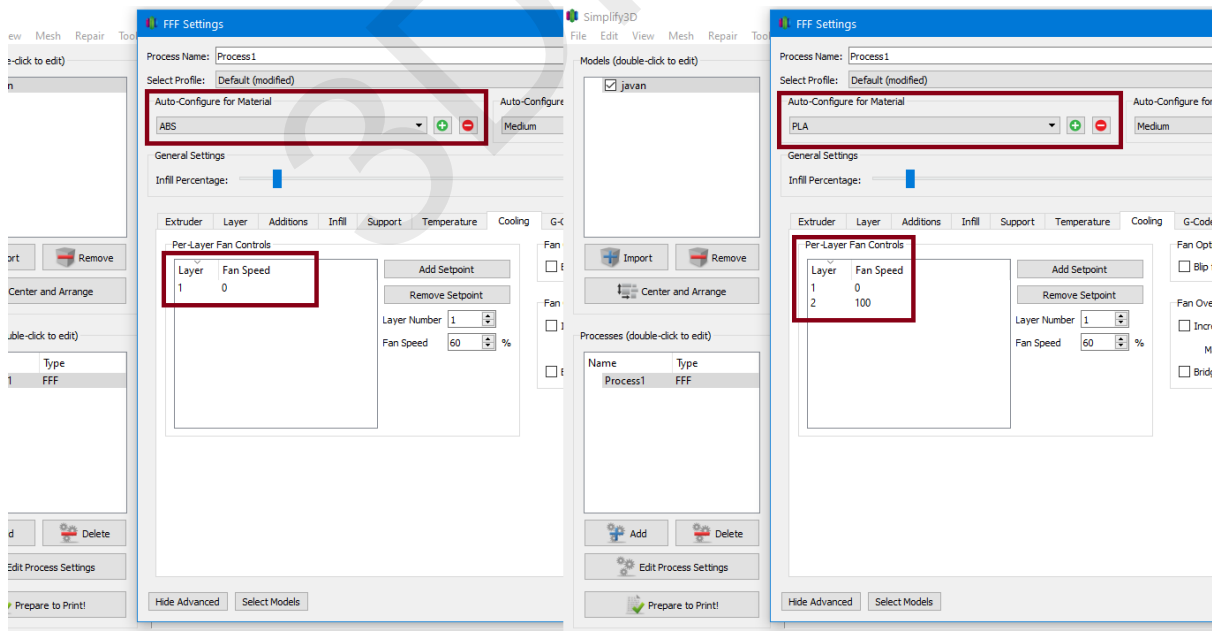
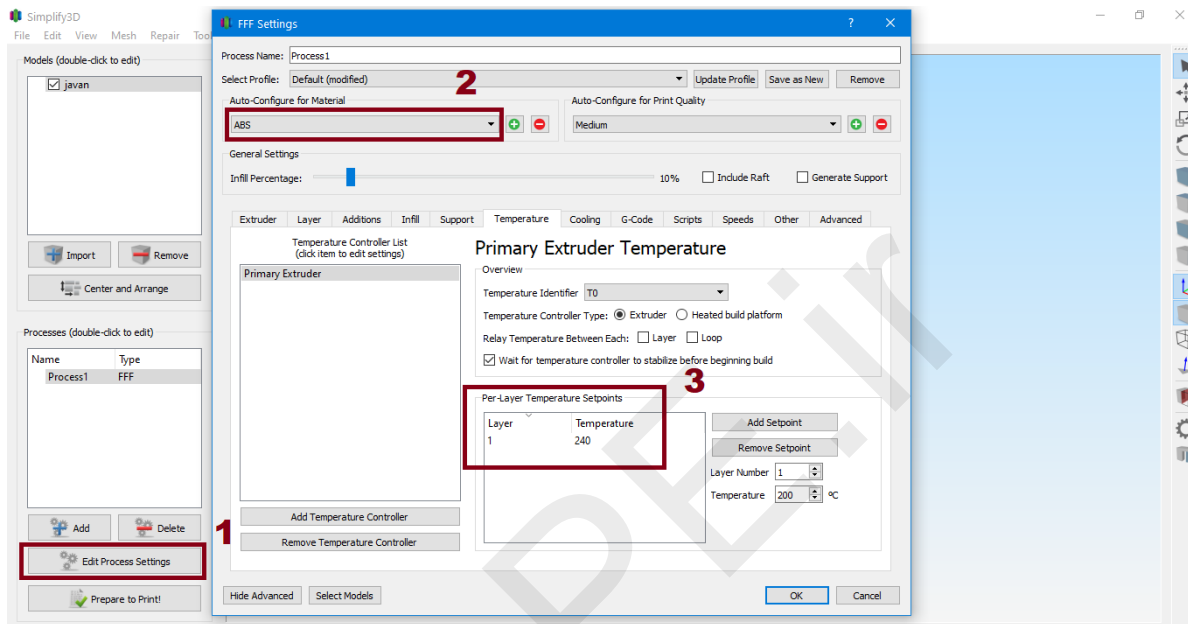
تنظیمات دمای نازل در اسلایسر Simplify3D

دمای نازل یا Extruder Temperature: برای فیلامنت PLA، دمای نازل اکسترودر باید بین 190 تا 200 درجه سانتیگراد باشد و در فیلامنت ABS دمای نازل بین 240 تا 260 درجه سانتیگراد (با توجه به برند سازنده محصول) میباشد.

دمای بستر ساخت یا Heat Bed: در اکثر منابع راهنما عنوان میگردد که نیازی به بستر گرم شونده برای فیلامنت PLA ندارید ولی پیشنهاد میشود جهت چاپ بهتر لایه اول و عدم خطا بستر را گرم نگه دارید. دمای مناسب «هیت بد» در فیلامنت PLA بین 60 تا 100 درجه سانتیگراد و در فیلامنت ABS حداقل 100 درجه سانتیگراد میباشد (توضیحات برند سازنده دستگاه را بررسی کنید).

نکته مهم درباره تنظیمات اسلایسر Simplify3D برای فیلامنت ABS:

در نرم افزار اسلایسر Simplify3D مثل اکثر دیگر اسلایسرها امکان استفاده از تنظیمات پیش فرض برای فیلامنتهای مرسوم وجود دارد. بنابراین طبق عکس زیر در تب Temperature از بخش Auto Configure for Material نوع فیلامنت را مشخص و سپس کمیت دما را در باکس پایین صفحه وارد کنید (اگر مقدار آن متفاوت است). انتخاب گزینه پیش فرض در اسلایسر سیمپلیفای باعث میگردد که برخی تنظیمات حیاتی دیگر همچون تب Cooling نیز که در فیلامنت ABS مهم هستند، بصورت بهینه اصلاح گردد تا خطای پرینت ایجاد نگردد.

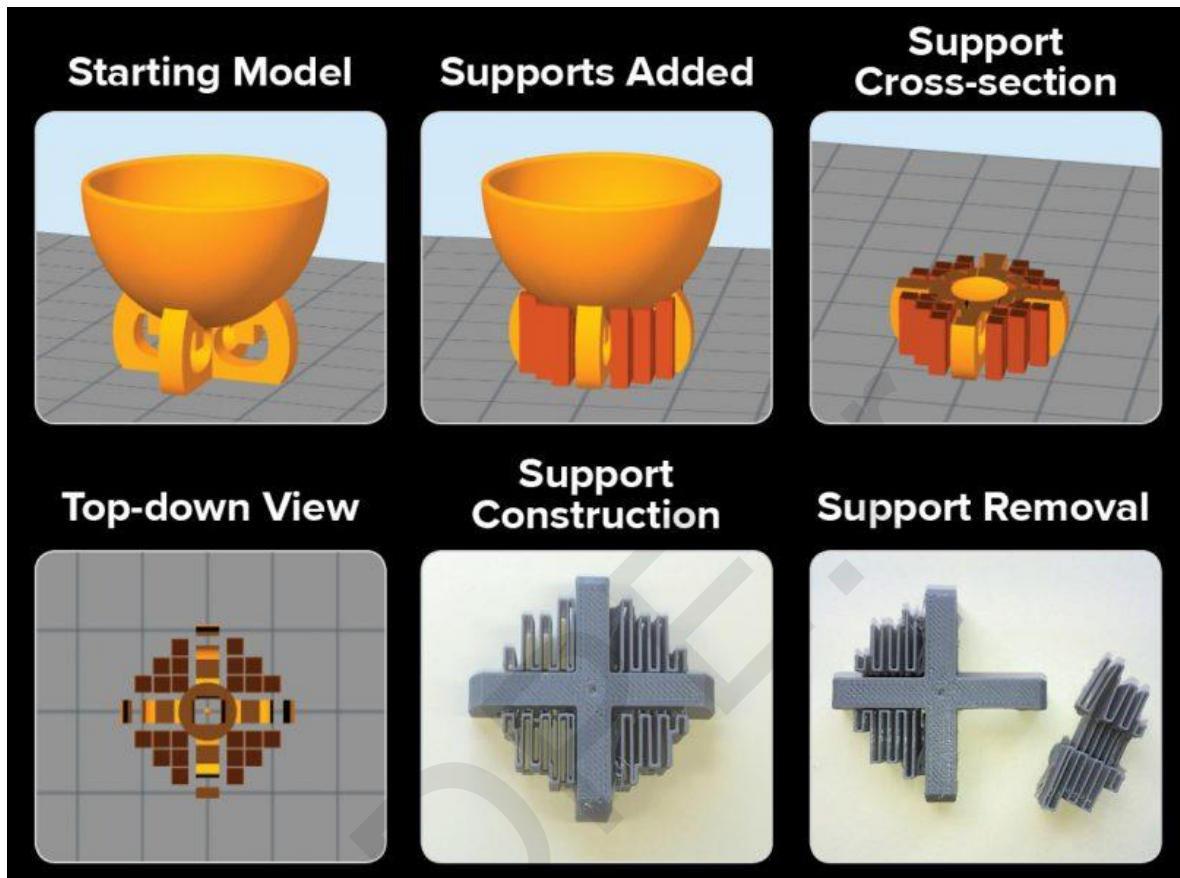


نکته 1: دمای بستر ساخت با توجه به شرکت سازنده دستگاه چاپگر سه بعدی میتواند از طریق نرم افزار اسلایسر یا توسط رابط کاربری خود دستگاه هنگام بارگذاری فایل جهت تنظیم شود (البته اگر دستگاهتان قابلیت بستر گرم شونگی را داشته باشد).

نکته 2: برای دیگر انواع فیلامنت همچون نایلون، PETG و غیره ابتدا از سازگاری دستگاه پرینتر سه بعدی خود با این ترموپلاستیکها مطمئن شوید و سپس با توجه به توضیحات بخش فنی شرکت سازنده دستگاهتان و بروشور برند فیلامنتی که خریده اید، در بخش فوق تنظیمات را تغییر دهید. اگر برای اولین بار است که شروع به پرینت میکنید ابتدا جهت تست و یادگیری، یک قطعه کوچک و نسبتا ساده پرینت کنید سپس قطعه اصلی را برای 3D Print نهایی نمایید.

3DPE.ir

8. ساپورت Support یا ساختارهای نگهدارنده:



از آنجا که در فرآیند 3D Printing، اشیاء به صورت لایه به لایه (به ترتیب از لایه 1 تا به آخر) چاپ می شوند، بخشهایی از شی که زاویه ای بیش از 45 درجه دارند یا چیزی زیرشان وجود ندارد که لایه فعلی روی آن بنا شود، جهت جلوگیری از خرابی پرینت، کمیت Support Generation در تنظیمات اسلایسینگ فعال میگردد؛ ساپورتها، عملکردی همانند تیرکهایی را دارند که زیر ساختمانهای در حال احداث دیده اید تا فونداسیون را ثابت نگه دارند. در 3D Print هم زیر این بخشها خالیست و متریاال کافی در زمان ساخت ندارند (یعنی هنگام چاپ دارای بخشهای آویزان یا منحنی هستند، مثلاً دست یک مجسمه در حالت باز افقی).

همانطور که در شکل فوق میبینید، قطعه در بخش زیرین خود نیاز به ساپورت گذاری دارد؛ بنابراین هنگام پرینت، اول ساختار ساپورت چاپ شده و سپس روی این ساختار، ادامه پرینت قطعه تکمیل میگردد. توجه داشته باشید که پس از تکمیل پرینت، قسمتهای مربوط به ساپورت با فشار دست یا استفاده از انبرک براحتی قابل جداسازی هستند (Support removal).

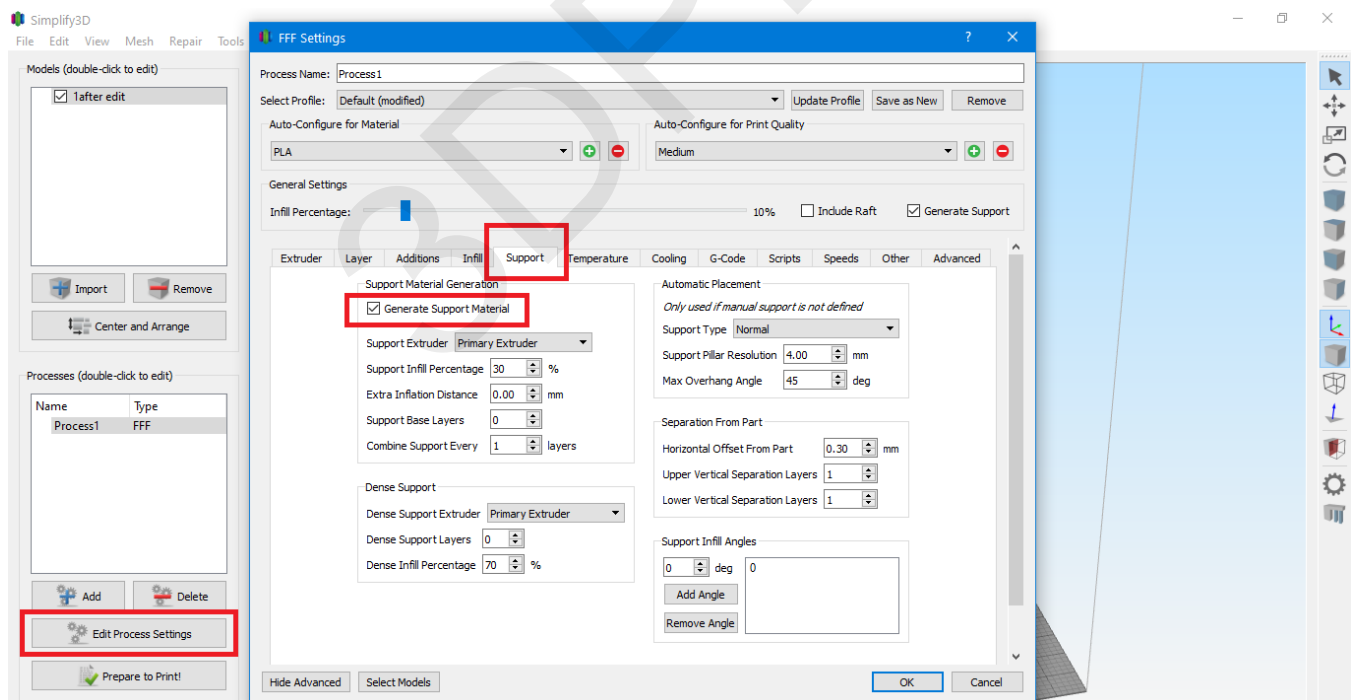
در اسلایسر Simplify3D مثل اکثر دیگر نرم افزارهای چاپ سه بعدی بصورت پیش فرض ساپورتگذاری اتوماتیک با توجه به هندسه مدل سه بعدی انجام میگردد (تیک Generate Automatic Support را در Simplify3D فعال کنید). ولی اگر اصرار دارید که ساپورتگذاری با توجه به نیاز

شما سفارشی سازی شود، از نوار ابزار سمت راست، گزینه Generate Support را کلیک کنید و با حرکت دادن موس ساپورت را در قطعه اعمال کنید.

نکته 1: هنگام بارگذاری فایل سه بعدی (Import) در نرم افزار اسلایسر دقت کنید که بهترین حالت مدل برای قرارگیری روی بستر ساخت کدام وجه آن میباشد. مثلا در عکس فوق، پایه و کاسه را در نظر بگیرید: مسلما بخش داخلی کاسه و بخشهای بیرونی پایه برایتان مهمتر است و باید سطح پرینت خوبی داشته باشند. در این حالت هم سطح ظاهری پرینت حفظ میشود و هم در این وجه، کمترین میزان ساپورت مصرف شده که در هزینه های خرید متریال شما صرفه جویی میشود و زمان پرینت کمتری هم خواهید داشت؛ در حالیکه اگر پایه و کاسه سر و ته قرار گیرد (یعنی داخل کاسه به سمت بستر ساخت باشد و پایه در بالا)، ساپورت بسیار بیشتری مصرف شده، زمان پرینت نیز شدیداً افزایش می یابد و این خود احتمال خطای پرینت را بیشتر میکند. همچنین پس از پرینت سطح داخل کاسه و بخش بیرونی پایه ها نیز صیقلی نخواهند بود و قطعه کارایی و زیبایی لازم را نخواهد داشت.

نکته 2: اگرچه ساپورت طوری طراحی شده است که پس از چاپ براحتی جدا شود ولی در هر حال اثر این بخش تا حدی روی سطح کار قطعه شما باقی میماند. بنابراین در سطحی از قطعه که کیفیت مهمتر است و نیاز دارید کاملاً صاف و صیقلی باشد، **نباید ساپورت اعمال شود.** به همین علت است که اصرار میکنیم حتما نحوه قرارگیری مدل سه بعدی روی بستر ساخت را به دقت بررسی کنید تا بهترین وجه هندسی قرارگیری با توجه به کارکرد قطعه شما مشخص شود. **یک راهنمایی:** معمولاً سطحی که از نظر بصری اهمیت چندانی ندارد برای ساپورت گذاری تنظیم میشود (البته با در نظر گرفتن زمان و مصرف متریال).

نکته 3: هنگام سفارشی سازی ساپورت با گزینه های زیادی در اسلایسر مواجه میشود که باعث سردرگم شدن کاربران میشود، بنابراین پیشنهاد میشود راهنمای تکمیلی «[تنظیمات پیشرفته Support اسلایسر Simplify3D](#)» از وبسایت مطالعه گردد.

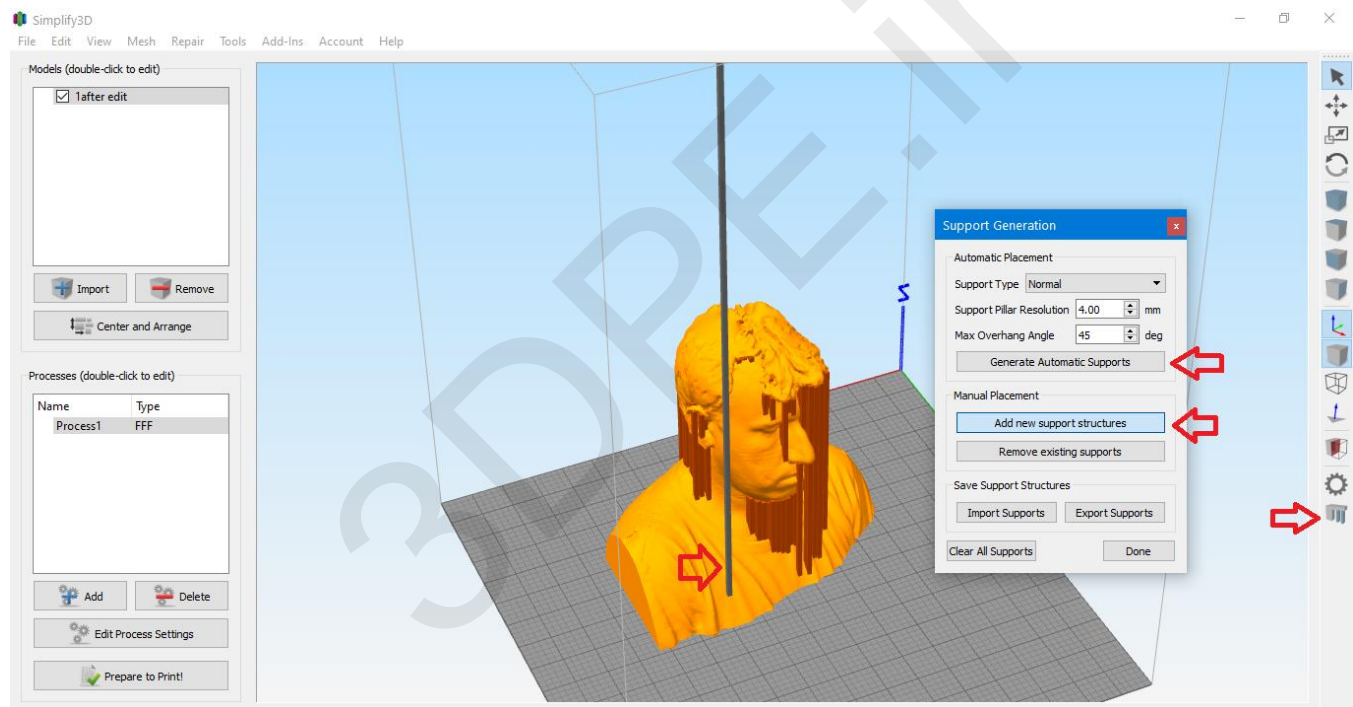


تب Support برای سفارشی سازی تنظیمات ساپورت گذاری

از کجا بدانید که طرح شما به ساپورت نیاز دارد یا خیر؟ همانطور که قبلا گفتیم اسلایسر بصورت هوشمند در قسمتهای لازم ساپورتگذاری را اعمال میکند و شما نباید نگران این مورد باشید (فقط دقت کنید کدام وجه هندسی مدل رو به بستر ساخت است و تیک ساپورت گذاری اتوماتیک را فعال کنید). البته قانونی نیز برای درک الزام ساپورت وجود دارد.

قانون YHT را به یاد داشته باشید:

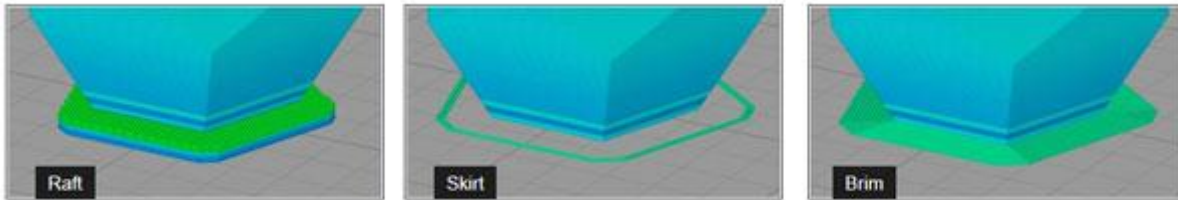
- چاپ هر چیزی که شکل Y داشته باشد، معمولاً راحت است (البته اگر خیلی بلند یا باریک نباشد) زیرا شیب تدریجی است و هنوز هم به اندازه کافی متریبال زیر آن قرار دارد تا از افتادگی جلوگیری کند. (روشی برای قانون 45 درجه که نشان میدهد به طور کلی، بخشهای آویزانی که زاویه آنها بیش از 45 درجه است نیاز به ساپورت دارند).
- در طرح هایی که شکل H داشته باشند، جایی که بخش overhang میانی به دو طرف وصل می شود را Bridging یا پل مینامند. برای چاپ هر نوعی از Bridge باید از ساپورت استفاده کرد تا از افتادگی و خرابی ظاهر پرینت جلوگیری شود.
- برای چاپ هر طرحی با شکل T باید از ساپورت استفاده کرد تا از افتادگی جلوگیری شود.



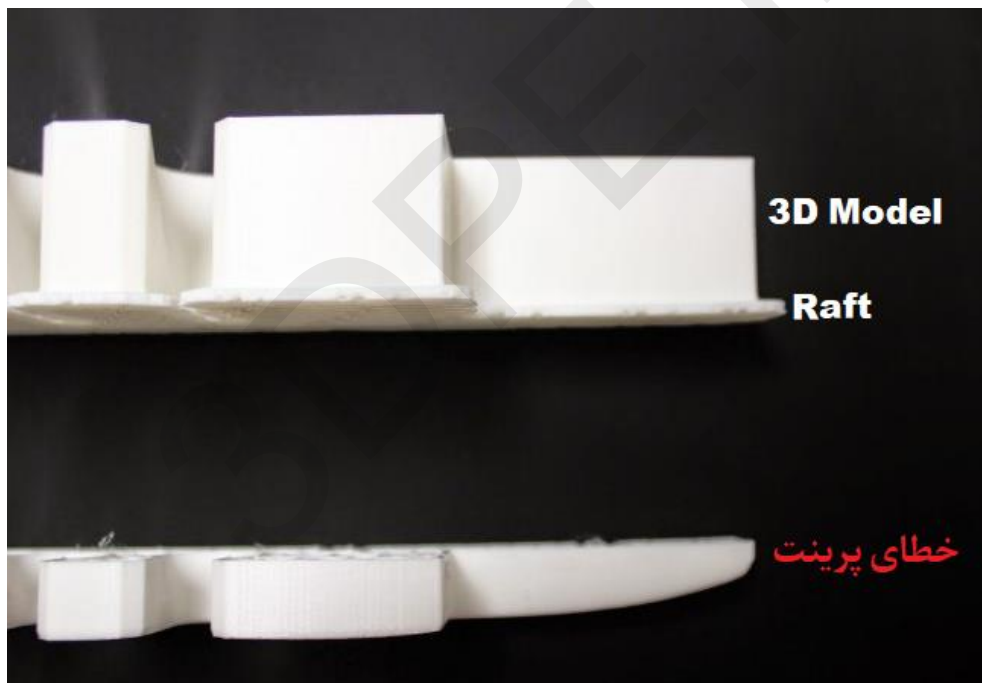
ابزار *Support Generation* برای اعمال ساپورت

نکته مهم: اگر کیفیت تمامی سطوح هندسی قطعه برایتان مهم بوده و ساپورت نیز الزامیست، نگران نباشید، تنظیمات ساپورت را طوری اعمال کنید که کمترین اثر را داشته باشند تا پس از تکمیل قطعه با ترفندهای پولیشکاری (مثلا کاغذ سمباده، رنگ زدن ...) این سطح صیقلی شود.

9. First Layer Type یا ساختار چسبندگی لایه اول چاپ:

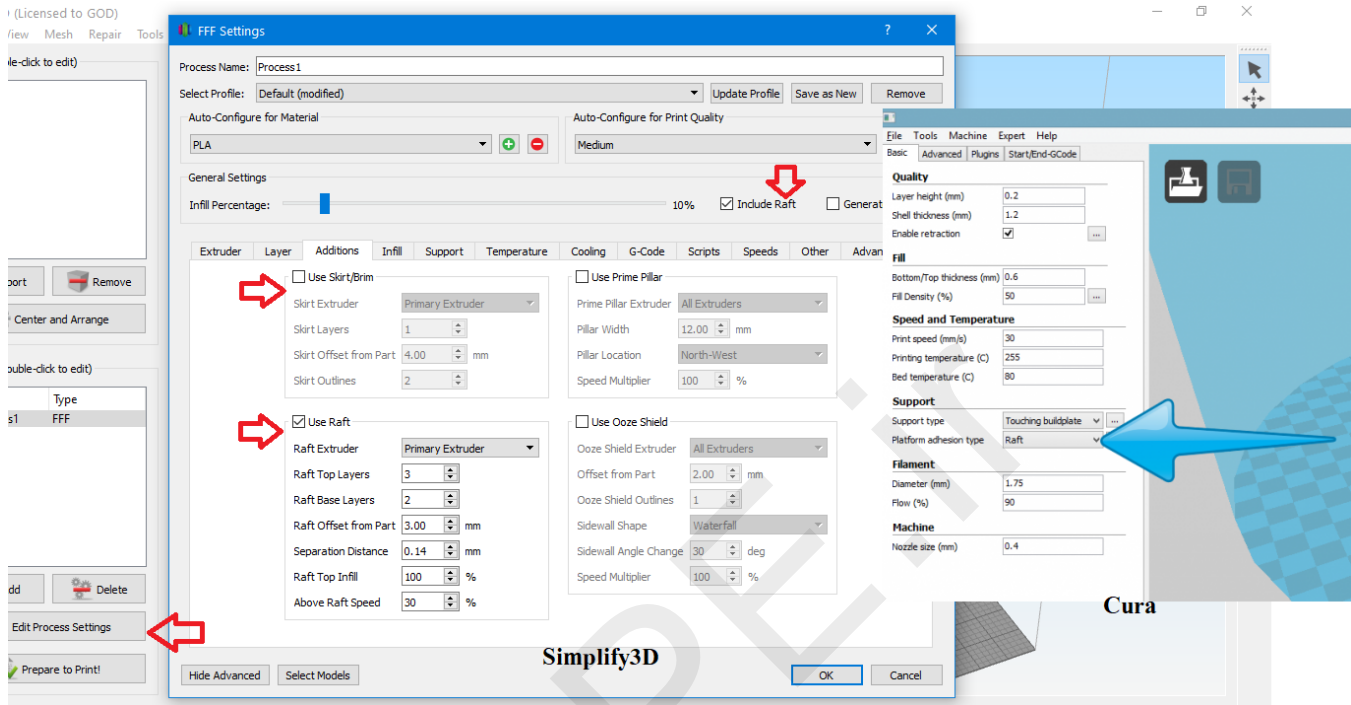


بدلیل تکمیل شدن لایه به لایه پرینت سه بعدی باید اطمینان یابید که لایه اول کاملا روی بستر ساخت چسبیده است و بدرستی تکمیل میشود؛ چون در صورتی که این لایه در حالت نرمال ساخته نشود، فرآیند پرینت شما قطعا شکست خورده است و کف قطعه از بستر جدا خواهد شد (مخصوصا در فیلامنتهای سخت چاپی مثل ABS یا PETG). برای همین هنگام 3D Printing، در کنار استفاده از مواردی مثل بستر گرم شونده، چسب ماتیکی، Blue tape ... در تمامی اسلایسرها سه گزینه بنامهای **Raft**، **Skirt** و **Brim** (برای حفظ چسبندگی لایه اول به بستر ساخت)، فعالسازی میشوند.



- **Raft Layer**: عمومیترین و کاربردی ترین گزینه برای تضمین چسبندگی کف قطعه به بستر ساخت میباشد و معمولا باید فعال بماند. با فعال بودن این لایه ابتدا یک لایه نازک روی بستر ساخت ساخته میشود (این لایه به بستر کاملا چسبیده است) سپس روی این لایه قطعه تکمیل میگردد (کف قطعه روی این لایه قرار میگیرد). دقت کنید همانند تنظیمات ساپورت که در صفحات قبلی گفتیم، سطحی

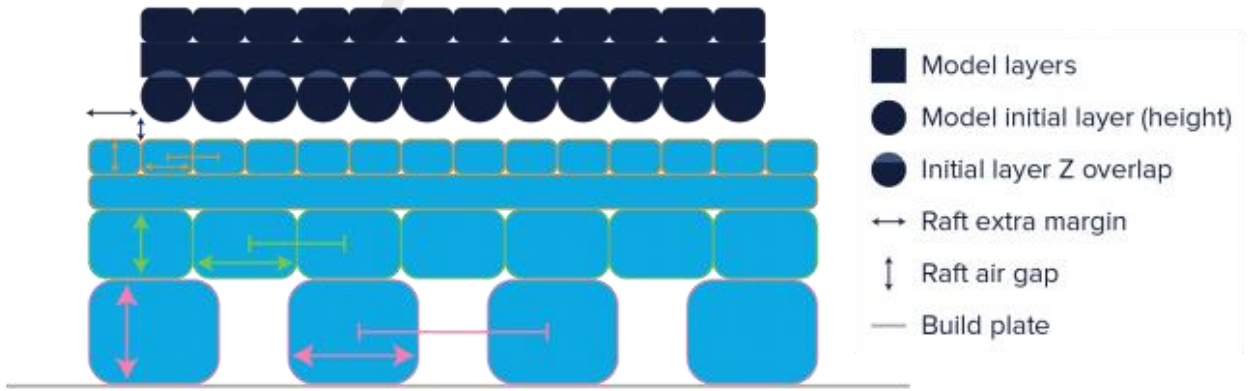
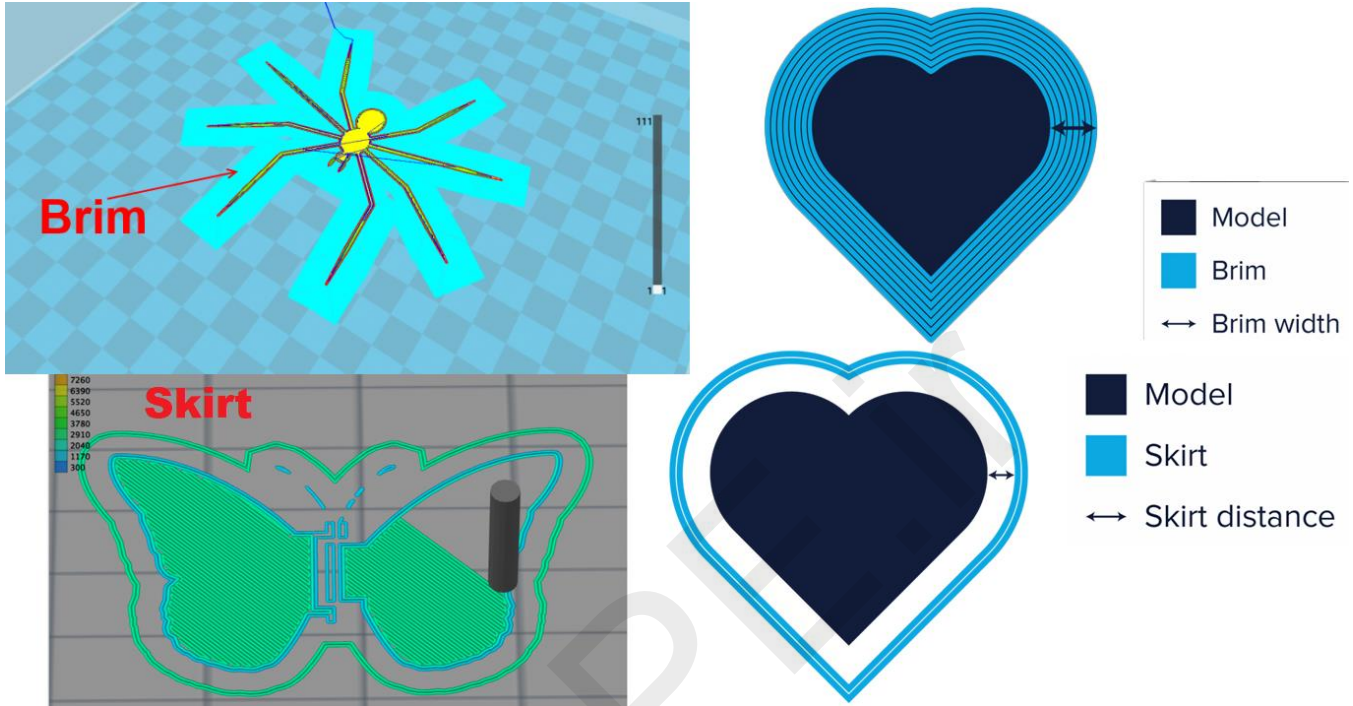
را برای Raft در نظر بگیرید که کیفیت ظاهری آن مهم نیست چون بعد از جدا کردن بخش Raft از مدل ساخته شده، اثراتش روی سطح کف قطعه اجتناب ناپذیر است و علاوه بر ناصافی سطح، در دقت ابعاد قالبهای صنعتی نیز تاثیرگذار خواهد بود.



تنظیم کمیتهای Raft، Skirt، Brim در اسلایسرهای Cura و Simplify3D

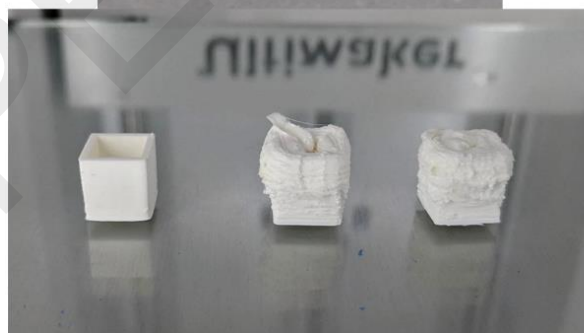
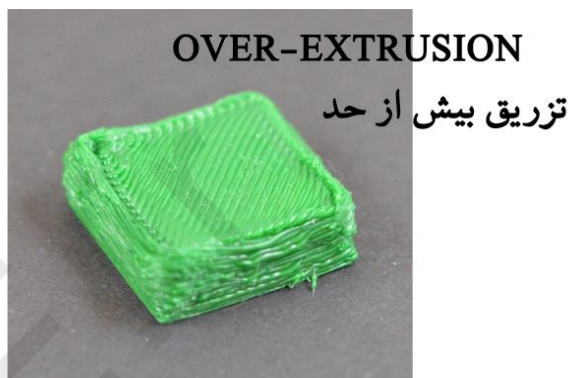
- **Brim Layer:** مشابه کمیتهای Raft گزینه brim نیز به کف متصل میشود ولی یک تفاوت مهم با Raft دارد: لایه Brim کاملاً کف قطعه را در بر نمیگیرد و تنها به لبه های بخش بیرونی قطعه متصل میشود؛ این امر میتواند یک مزیت محسوب شود زیرا مشکل اثر نامطلوب Raft روی سطح کف قطعه کاهش یافته و خیالاتان هم راحت است که مدل در حال ساخت از بستر جدا نخواهد شد. به عبارت دیگر، این لایه ابتدا در کف بستر پرینتر سه بعدی تا نزدیکی حریم هندسی مدل، پرینت شده و سپس دیواره ی بیرونی مدل به دیواره این لایه حائل میشود (مماس با لبه خارجی قطعه). توجه کنید که با فعال کردن لایه Brim، پهنای کف مدل ممکن است کمی افزایش یابد (پس از جداسازی از قطعه فیزیکی نهایی) که باید در طراحی مقدار آن منظور شود یا پولیشکاری پس از پرینت انجام گردد (مثلاً در قطعات خاص صنعتی که دقت میلیمتری ابعاد نیز بسیار مهم است).
- **Skirt Layer:** اسکرت، لایه ای است که با فاصله فقط اطراف مدل سه بعدی شما را احاطه میکند اما مماس نمیشود و تنها هدف آن تست احتمال جدا شدن لایه اول هنگام چاپ میباشد (تخمینی برای صحت چسبندگی قطعه به بستر در پرینتر سه بعدی). به عبارت دیگر این لایه قبل از شروع چاپ قطعه، روی پلیت پرینتر، اکسترودر شده و سپس قطعه در نزدیکی آن چاپ میگردد و هیچ اثری روی کف قطعه باقی نمی گذارد.

نکته: با توجه به شرایط سه کمیت فوق و وجه هندسی مدل سه بعدی باید یکی از این سه گزینه را در کنار تمهیداتی مثل بستر گرم شونده و چسب ماتیکی ... بکار ببرید تا لایه اول بخوبی پرینت شود و با خطاهایی مثل پافیلی یا محذب شدگی مواجه نشوید.



10. Flow Percentage یا درصد جریان :

به میزان مکش یا جریان یافتن فیلامنت ذوب شده (فشار یا سرعت خروج فیلامنت از سر نازل) بر حسب درصد میگویند. در اکثر نرم افزارهای اسلایسینگ این گزینه بنام Extrusion Multiplier یا Flow rate قابل مشاهده و تنظیم میباشد (در نرم افزار Simplify3d در تب Extruder). به طور معمول این میزان باید در حدود 100 درصد یا 0.9 (حالت پیش فرض یا اتوماتیک اسلایسرها) باقی بماند. البته گاهی در برخی از مدل‌های هندسی خاص یا فیلامنت‌های غیرمعمول مثلاً منعطف یا TPU Flexible ... نیاز دارید که مقدار این پارامتر کاهش یا افزایش یابد تا اکستروژن دچار خطاهای موسوم به Under-extrusion و over-extrusion نگردد.

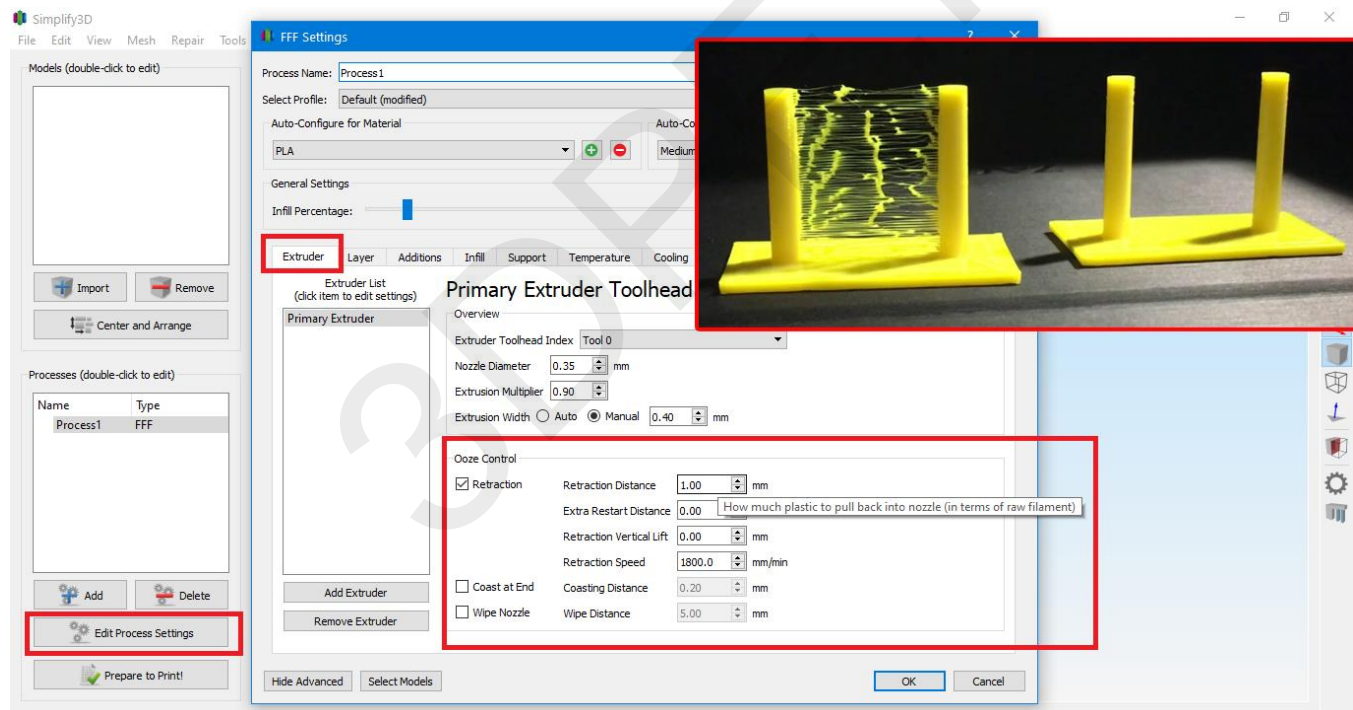


11. Retraction یا میزان پس کششی:

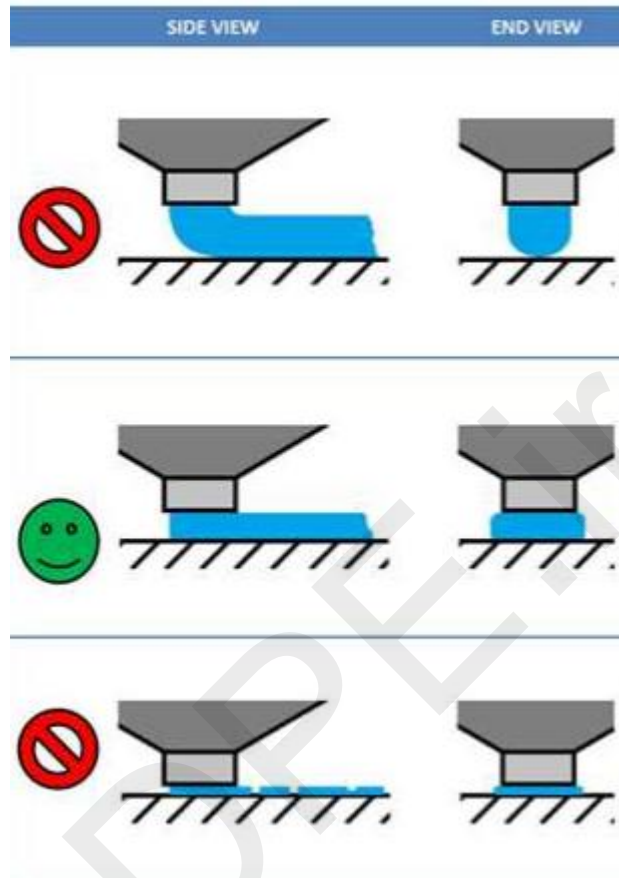
این مفهوم در اغلب منابع اینترنتی ناکافی تعریف شده است که باعث سردرگمی یا تعبیر اشتباه کاربران میشود بطوریکه اکثرا فکر میکنند که ریتراکشن، پارامتری برای کنترل باز مکش فیلامنت به داخل نازل میباشد! در حالیکه وقتی فیلامنت درون هات-اند نازل ذوب شد، ساختار اکسترودر قادر به بازپس گیری یا مکیدن دوباره آن به داخل نازل نیست (خبری از فشار منفی نیست)؛ بنابراین عملکرد واقعی پارامتر ریتراکشن در کاهش دادن فشار خروجی فیلامنت مذاب (Flow rate) میباشد تا نوعی باعث توقف یا کاهش شدت جریان فیلامنت گردد. بعلت اینکه پس از هر بار تزریق فیلامنت مذاب ممکن است مقداری بیش از حد خارج شده باشد، نرم افزار پرینتر سه بعدی این حجم را به سرعت لازمه در آن مرحله کاهش (باز کشش) میکند تا پرینت دچار خطا نگردد (جلوگیری از چکه یا نشت فیلامنت از نازل).

پارامتر ریتراکشن تاثیر بسیار مستقیمی در جلوگیری از خطای رشته ای شدن (ریسمانی شدن) سطح خارجی پرینت دارد (خطای Oozing یا stringing). همچنین با توجه با ساختار هات-اند نازل یا نوع متریال، تنظیمات این پارامتر متفاوت خواهد بود. مثلا در فیلامنتهایی مثل TPU Flexible که سیالیت زیادی دارند این پارامتر بهتر است بدرستی باز تنظیم گردد.

برای آشنایی بهتر با زیرپارامترهای ریتراکشن پرینت سه بعدی پیشنهاد میشود راهنمای «[Retraction در چاپگر سه بعدی چیست](#)» را از وبسایت مطالعه فرمایید.



12. کالیبراسیون (Calibration) یا ترازبندی بستر ساخت:



اولین و مهمترین کاری که بعد از تحویل و باز کردن بسته بندی 3D Printer باید انجام دهید تنظیم کردن تراز یا کالیبره شدن بستر ساخت دستگاهتان است. این مورد زیربنای یک چاپ بدون خطاست؛ در صورتی که از این مورد مهم غافل شوید با انواع خطاهای عجیب غریب پرینت و مشکلات دقت ابعاد چاپ مواجه خواهید شد.

پرینترهای سه بعدی پلتفرم قدیمی بصورت دستی ترازبندی میشوند که برای افراد تازه کار پردردسر خواهد بود (تنظیم پیچهای فنری چهار طرف پلیت ساخت). ولی چاپگرهای سه بعدی جدیدتر یا برندهای برتر خارجی همگی مجهز به کالیبراسیون هوشمند هستند یا لاقط یکبار که بصورت دستی تنظیم شوند کار شما راحت خواهد بود.

بنابراین نمیتوان یک نوع دستور العمل را برای همه انواع 3D Printer ها بکار برد و با توجه به شرکت سازنده چاپگر سه بعدی خود نیاز دارید که از بخش فنی مربوطه راهنمایی های لازم را دریافت کنید.

پیشنهاد میشود جهت تست درستی کالیبراسیون دستگاهتان، راهنمای آموزشی «[دقت ابعاد ساخت در پرینتر سه بعدی FDM](#)» را از وبسایت مطالعه و فایل های سه بعدی مربوطه را دانلود و با 3D Printer خود چاپ نمایید.

13. Nozzle Diameter یا قطر نازل:



سر نازل آخرین بخش ساختار اکسترودر و یکی از مهمترین قطعات پرینتر سه بعدی محسوب میشود که فیلامنت مذاب از آن خارج میگردد. منظور از سایز یا قطر نازل چیست؟ بله درست حدس زدید؛ به اندازه منفذ خروجی آن بر حسب میلیمتر یا میکرون میگویند و در اکثر چاپگرهای سه بعدی قطر پیش فرض برابر با 0.4 میلیمتر میباشد.

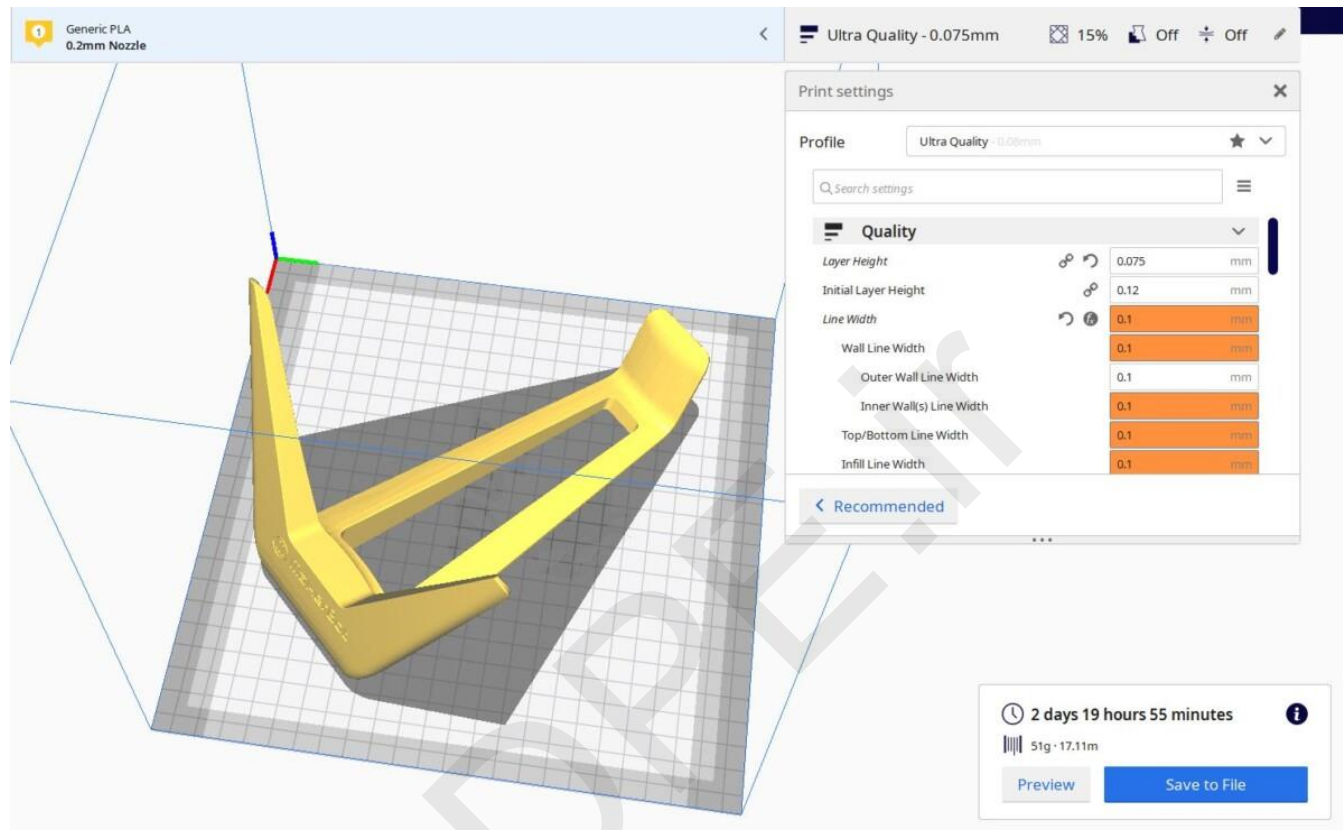
چرا این قطر عمومیت دارد؟ چون نازل 0.4 میلیمتر (400 میکرونی) یک سایز کاربردی برای پرینت سه بعدی با انواع هندسه های کوچک تا بزرگ است؛ فرضاً با قطر نازل 0.4 mm در نرم افزار اسلایسر میتوانید سرعت تنظیم ارتفاع لایه ای از 0.1 تا 0.3 میلیمتر را بدلوخواه استفاده کنید. همانطور که در بخش رزولوشن هم گفتیم هر چه ارتفاع لایه کمتر (نازکتر) باشد دقت چاپ بالاتر است.

در هر حال اگر اصرار دارید که دنیای نازلها با سایزهای کوچکتر یا بزرگتر از 0.4 میلیمتر را کشف کنید باید با قوانین کاربرد آن آشنا شوید تا به نتیجه مناسب برسید. همچنین تعویض نازل اغلب با هماهنگی شرکت سازنده چاپگر سه بعدی انجام میشود و بر اساس ساختار اکسترودر برند سازنده دستگاهتان نیز نحوه تعویض نازل متفاوت خواهد بود. فرضاً برخی برندهای برتر خارجی مثل MakerBot مجهز به نازل هوشمند هستند که براحتی پک nozzle متفاوت را با یک فشار ساده دست جایگزین میکنید یا مثلاً در عکس زیر یک اکسترودر هات-اند موسوم به MK8 را مشاهده میکنید (مرسوم بین سازندگان ایرانی) که در بخش انتهایی، سر نازل قابل جایگزینی است و کار بیشتری لازم دارد. دقت کنید که هنگام تعویض نازل، مهارت فنی و توجه به موارد ایمنی را فراموش نکنید (مثل داغ بودن سر نازل یا زیاد سفت نکردن نازل در سریپیچ اکسترودرهای MK8 تا از شکستگی جلوگیری شود و هماهنگی قبلی با شرکت سازنده ...).



پک اکسترودر MK8 با سر نازل برنجی 0.4

بهترین روش تصمیم گیری برای تعویض نازل در نظر گرفتن توازنی بین کیفیت (رزولوشن) و زمان چاپ میباشد. برای درک بهتر این مقوله یک مدل سه بعدی با اندازه و پیچیدگی معمول را در اسلایسر Cura با سایز نازل‌های متفاوتی از نظر تخمین زمان پرینت تست میکنیم:

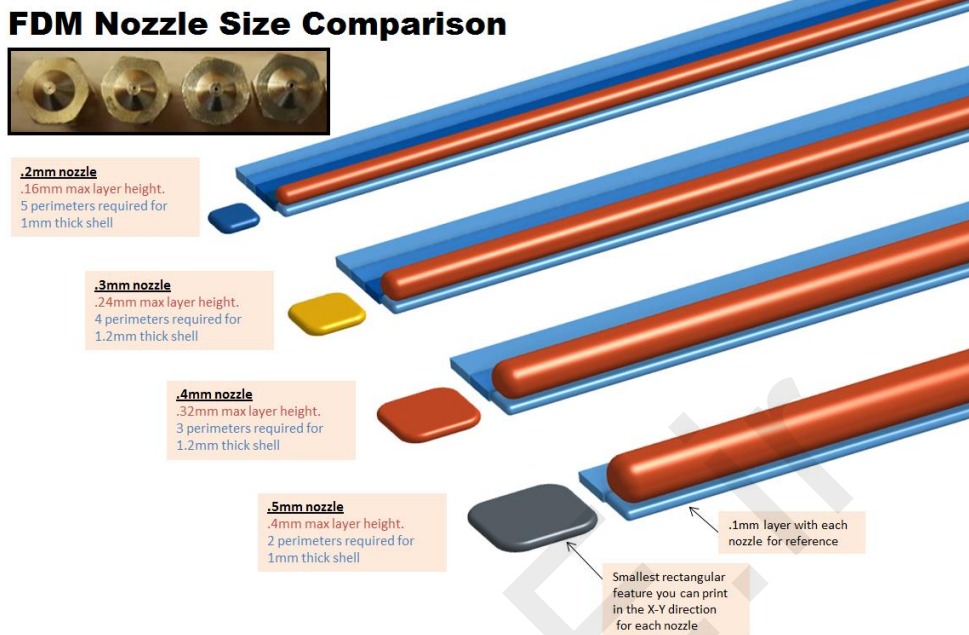


Makerbot Headphone Stand: بعنوان مدل سه بعدی: با ارتفاع لایه 0.12 میلیمتر: اسلایسر Cura

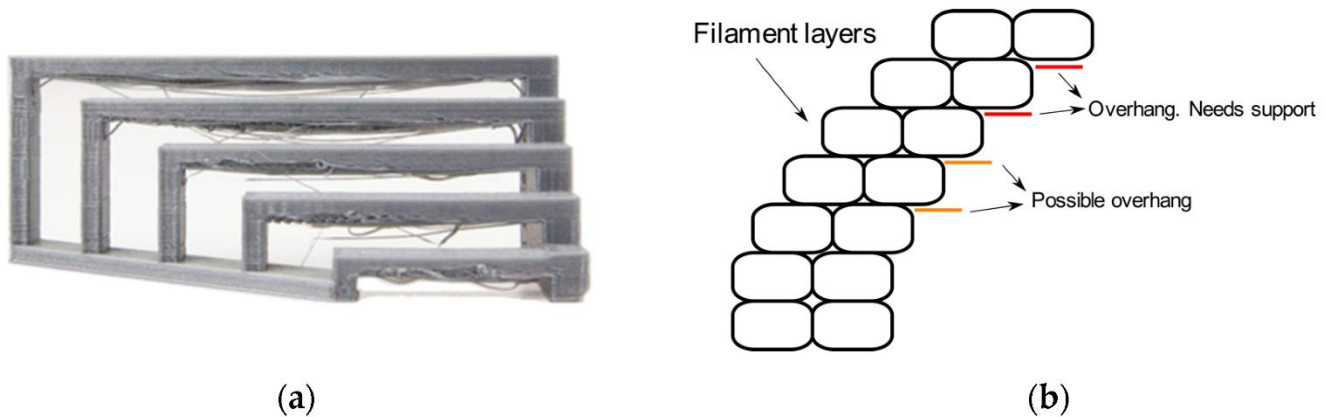
- نازل 0.1 میلیمتر: زمان چاپ دو روز و 19 ساعت و 55 دقیقه و مصرف متریکال 51 گرم
- نازل 0.2 میلیمتر: زمان چاپ 22 ساعت و 23 دقیقه و مصرف متریکال 55 گرم
- نازل 0.4 میلیمتر (استاندارد): 8 ساعت و 9 دقیقه و مصرف متریکال 60 گرم
- نازل 1 میلیمتر: 2 ساعت و 10 دقیقه و مصرف متریکال 120 گرم

اکنون تفاوت سایز نازل بر زمان چاپ و تاثیر فاکتور ارتفاع لایه (Layer Height) را بخوبی متوجه میشوید. مدل سه بعدی فوق که پیچیدگی خاصی ندارد با نازل قطر بالا یا همان استاندارد 0.4 بخوبی پرینت میشود و عاقلانه نیست که از قطر نازل‌های کمتر استفاده کنید ولی اگر مدل سه بعدی فیگوراتیو کوچک یا با کارکرد خاصی دارید که دقت سطح بسیار مهم است، استفاده از نازل‌های سایز کوچکتر از 0.4 کار اشتباهی نخواهد بود تا به کیفیت بالای چاپ دست یابید (اگرچه اغلب با همان نازل استاندارد 0.4 میلیمتر هم میتوانید با تغییر ارتفاع لایه تقریباً به همان کیفیت سر نازل کوچکتر بدون دردسر تعویض سخت افزاری برسید).

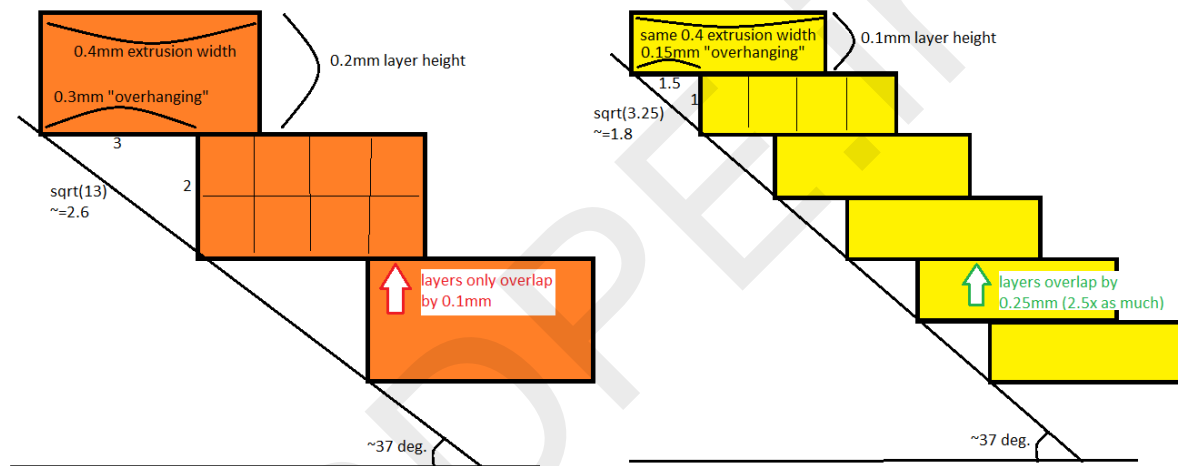
قوانین کلی قطر نازل و تاثیر آن بر پرینت سه بعدی:



- اگر نیاز دارید که یک قطعه عملکردی بزرگ که دقت چاپ بالایی نیاز ندارد و بیشتر زمان پرینت و استحکام الویت دارد را بسازید از نازلی با قطر بالا مثلا 0.6 تا 0.8 استفاده کنید.
- در مدلهایی با الزام فرآیند ساپورت گذاری متراکم، استفاده از سر نازل کوچکتر باعث راحت کردن روند جداسازی آن پس از پرینت میشود و اثرات نسبتا کمتری نیز روی قطعه باقی میماند.
- هر چه سر نازل، قطر کوچکتری داشته باشد دردسر گرفتگی نازل و خطاهای مرتبط با آن بیشتر میشود و در متریال فیلامنتهای ناخالص مثل طرح فلز، طرح چوب، نایلون و فیبر کربن ... شدت این خطا بالاتر هم میرود. پس برای چنین متریالهای سخت چاپ فقط نازلی با قطرهای بالا و ترجیحا Nozzle هایی مقاوم مثل نازل فولادی steel استفاده کنید؛ چون پیش فرض اکثر دستگاههای چاپگر سه بعدی، نازل 0.4 mm از جنس فلز برنج است که مقاومت کمی در برابر فیلامنتهای ناخالص دارد.
- در نازلهای سایز کوچک، ارتفاع لایه باید با میانگینی بین 25 تا 80 درصد قطر آن نازل در اسلایسر تنظیم گردد؛ پس هر چه قطر نازل کمتر شود باید ارتفاع لایه را به همان نسبت نازکتر (کوچکتر) کنید. مثلا سر نازل 0.2 mm با ارتفاع لایه بین حداقل 0.05 تا حداکثر 0.16 میلیمتر.
- در نازلهای سایز بزرگ، ارتفاع لایه باید حداکثر تا 80 درصد قطر آن نازل در نظر گرفته شود وگرنه در مقادیر بیش از آن دچار دردسر خواهید شد. مثلا در سر نازل 0.6 mm حداکثر ارتفاع لایه 0.48 میلیمتر و در سر نازل 0.8 mm حداکثر ارتفاع لایه 0.64 میلیمتر را در اسلایسر دلخواه خود تنظیم کنید.
- در نازلهای با سایز بزرگ (بیش از 0.4 mm) نباید خیلی ارتفاع لایه را کم (نازک) در نظر بگیرید زیرا رزولوشن خیلی ظریف با منطق عملکردی نازل قطر بالا سازگار نیست؛ بجای آن بهتر است نازل کوچکتری بکار ببرید.



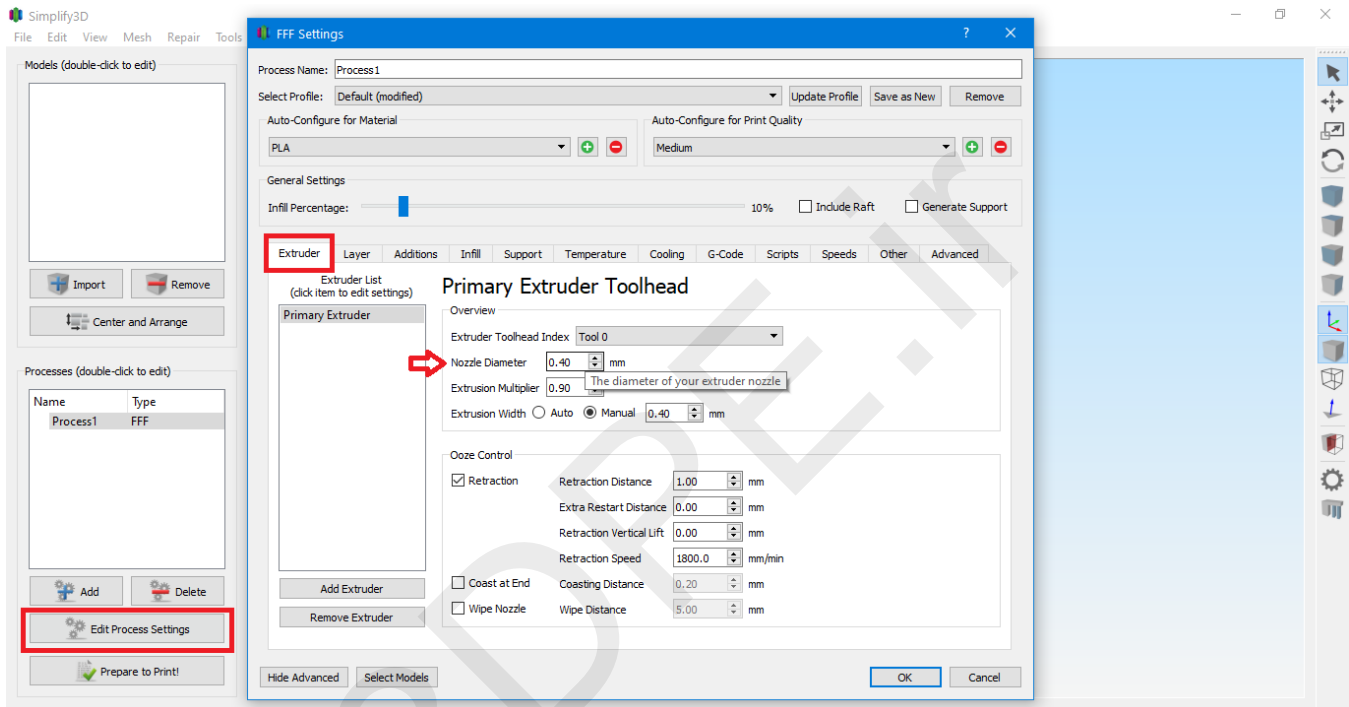
Printing Overhangs: Why lower layer height matters



در قطعاتی با بخشهای اصطلاحاً Over hang (حجمهای با زاویه کج - آویزان یا مشرف)، نازل سایز کوچک، کیفیت بسیار بهتری را تحویل شما میدهد. چرا؟ چون هر چه لایه‌ها ضخیمتر باشند (ارتفاع لایه بیشتر گردد)، وقتی عامل عرض کج شدگی یا Overhang Distance را در نظر بگیریم، فضای مورد نیاز بیشتر میشود در حالیکه در لایه‌های نازکتر، هر لایه، پشتیبان‌گیری بهتری از لایه‌های زیرین خود و با فاصله کمتر دارد. همچنین فن نازل در ارتفاع لایه (Layer Height) نازکتر و عرض جریان فیلامنت (Extrusion Width) کمتر بهتر عمل کرده‌طوریکه فرآیند خنک‌سازی و سخت‌شدن متریال، راحت و یکدست صورت میگیرد.

- هر چه قطر نازل بالاتر رود، بعلت اینکه دیواره فیلامنت مذاب ضخیمتر است، مقاومت دیواره نیز بالاتر میرود.
- هر چه قطر نازل بالاتر رود، بعلت اینکه میزان بیشتری جریان فیلامنت از منفذ اکسترود میگذرد، فرآیند ساخت سریعتر شده و زمان پرینت کمتر میشود ولی مصرف متریال بیشتر خواهد بود.
- در نازل‌های سایز کوچک استفاده از فیلامنت‌های موسوم به 2.85 یا 3 میلیمتر چندان منطقی نیست زیرا سازگاری نداشته و فشار زیادی هنگام اکستروژن به هات-اند وارد میشود (حتی با تنظیم سرعت پایین اکسترود).

نکته: نازل با شماره 0.1 mm کمترین کاربرد را در چاپگر سه بعدی FDM دارد و بندرت به این نازل پردردسر نیاز خواهید داشت مثلا اگر اصرار دارید قطعه ای مینیاتوری بسیار ظریف و کوچک را با یک رول فیلامنت با کیفیت PLA و با نازل 0.1 پرینت کنید؛ قانون اصلی نازلها را فراموش نکنید: میانگین ارتفاع لایه باید بین 25 تا 80 درصد کمیت 0.1 میلیمتر باشد یعنی مقادیر 0.025 تا 0.08 mm بعنوان کمیت Layer height در اسلایسر دلخواه پس از جاگذاری سخت افزاری این نازل. (در نظر بگیرید که استاندارد پرینت FDM حداکثر دقت 50 میکرون یا 0.05 میلیمتر است، پس روی نازل 0.1 میلیمتر اصرار نورزید).

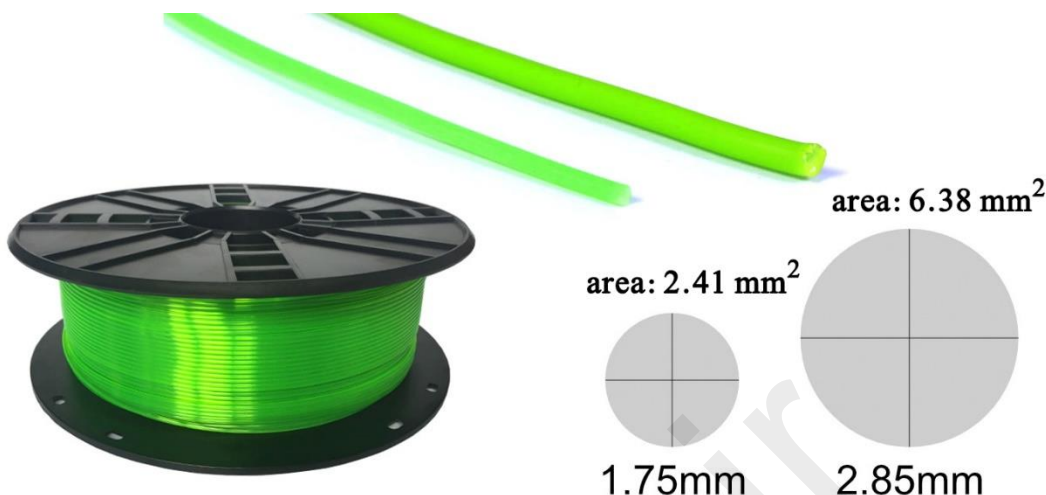


تنظیم نازل 0.4 mm در نرم افزار اسلایسر Simplify3D

در نرم افزار Cura مسیر کلی برای تغییر قطر نازل به صورت زیر است:

Preferences -> Configure Cura -> Printers -> Machine Setting -> Extruder -> Nozzle Size

14. Filament Diameter یا قطر فیلامنت:



رشته متریال فیلامنت چاپگر سه بعدی در دو نوع قطر عرضه میگردد: اندازه 1.75 mm و دیگری اندازه 2.85 ~ 3 mm. فیلامنت استاندارد 2.85 mm در بازار 3 میل نیز خوانده میشود ولی ترجیح اکثر تولیدکنندگان چاپگر سه بعدی پلتفرم 1.75 میباشد. افرادی که به تازگی اقدام به خرید چاپگر سه بعدی میکنند معمولاً بدون توجه به نوع استاندارد سازگار متریال دستگاهشان با دیدن قیمت‌های کمتر رول فیلامنت در فروشگاه‌های اینترنتی سریعاً اقدام به خرید میکنند ولی بعداً متوجه اشتباه و عدم سازگاری متریال خریداری شده میشوند. بنابراین هنگام خرید فیلامنت به شماره استاندارد آن حتماً دقت کنید.

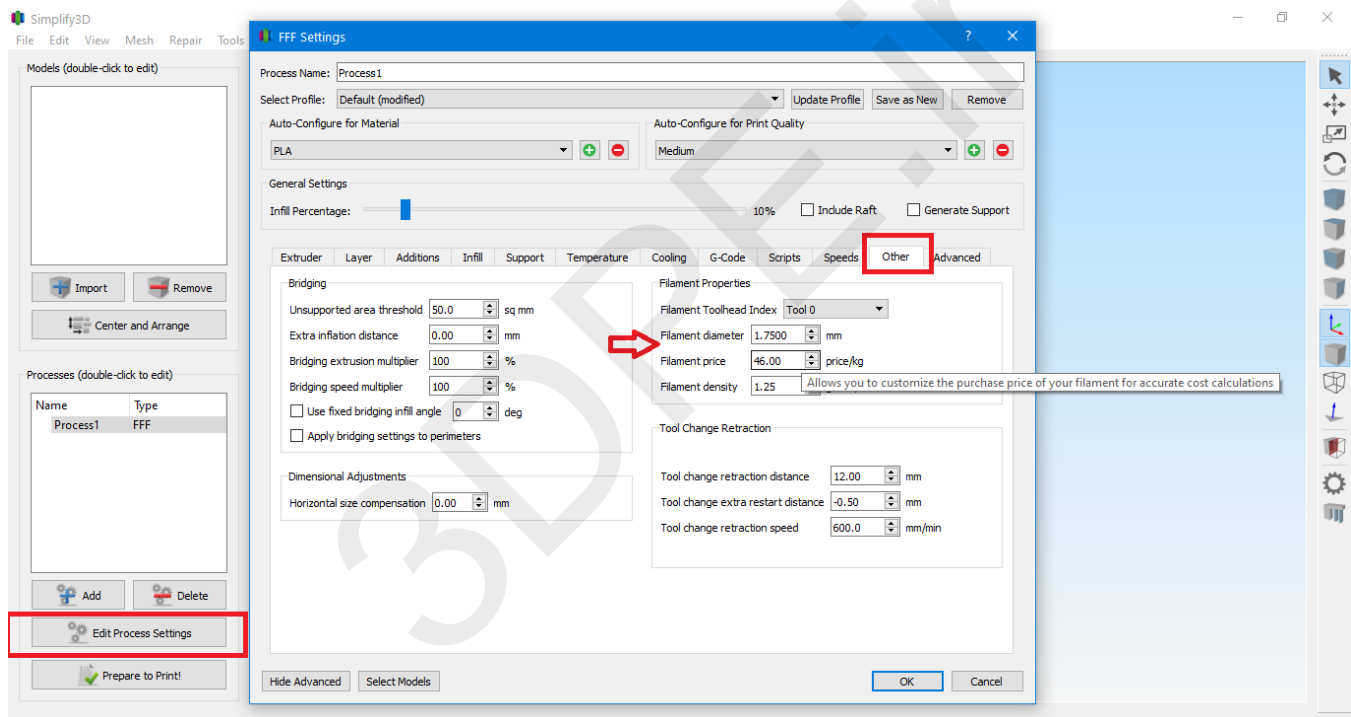
نکته 1: از مهمترین کارهایی که هنگام آماده سازی چاپگر 3 بعدی برای اولین بار باید انجام دهید شامل کالیبراسیون دستگاه، تنظیمات اندازه ساخت دستگاه و وارد کردن صحیح استاندارد فیلامنت در نرم افزار اسلایسر دلخواهتان است. در غیر اینصورت فرآیند 3D Print شما شکست خورده خواهد بود.

نکته 2: مبنای قیمت گذاری فیلامنت در بازار بر حسب وزن در هر رول، کیفیت برند سازنده، نوع ترموپلاستیک (PLA - ABS - PETG ...) و استاندارد قطر میباشد. بسته بندی مرسوم فیلامنت در رول‌های یک کیلوگرمی با توجه به جنس ترموپلاستیک و قطر آن میباشد. در برخی منابع اشاره شده است که با ظهور اولین نسل چاپگرهای سه بعدی FDM تولیدکنندگان مواد ابتدا متریال 3 میلیمتری را عرضه کردند. طوریکه اولین اکسترودر ترموپلاستیک نیز با پلتفرم 3 mm سازگاری داشت تا اینکه در سال 2011 فیلامنت‌های 1.75 mm عرضه شدند و بعلاوه راحتی تولید و استفاده، عمومیت یافتند.

در هر حال در حالت عادی چندان تفاوت فاحشی بین این دو قطر فیلامنت وجود ندارد و اگر چاپگر سه بعدی سازگار با متریال 2.85 میلیمتر دارید با مشکلی مواجه نخواهید شد. اما در کل این دو نوع قطر فیلامنت قوانین خاص خودشان را دارند:

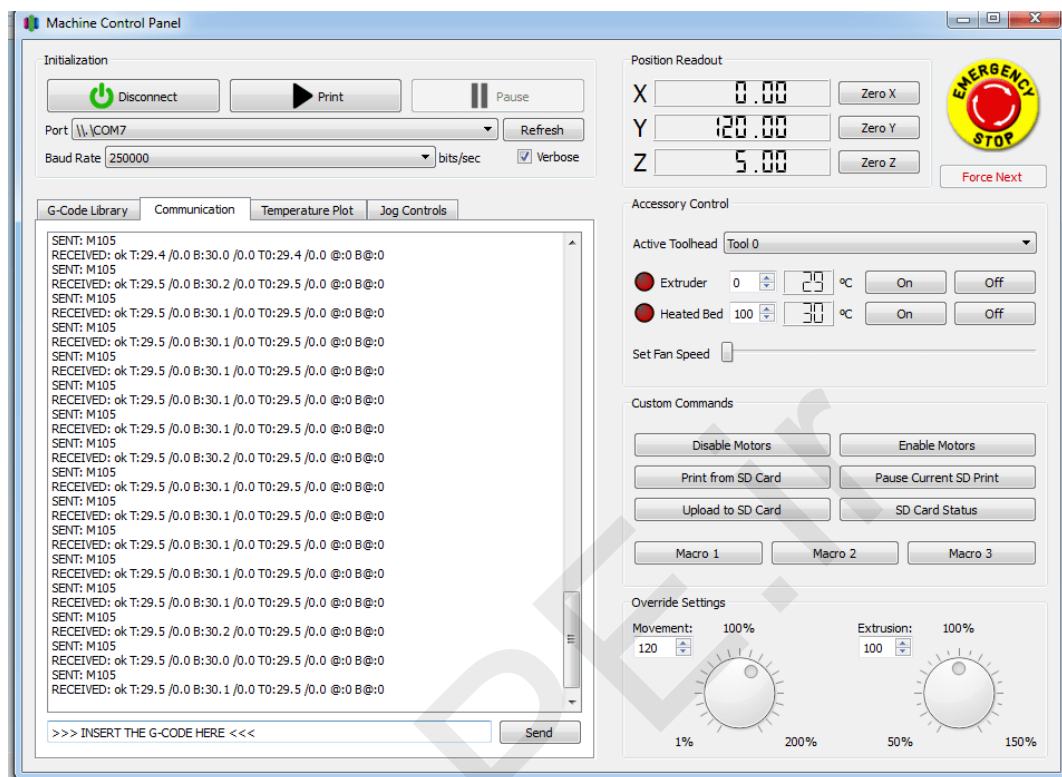
- تا این زمان، تنوع عرضه متریال‌های جدید و کاربردی ترموپلاستیک در قطر 1.75 بسیار بیشتر از قطر 3 mm است. اگرچه گویا کم کم این روند در حال تغییر و یکسان شدن است.
- در اکثر مواقع خرید فیلامنت 1.75 mm آسانتر میباشد.
- با فیلامنت 1.75 mm قدرت بیشتری در کمیتهایی مرتبط با اکستروژن و نرخ جریان فیلامنت در نرم افزار اسلایسینگ دارید.

- سرعت چاپ با فیلامنتهای 1.75 میلیمتری بیشتر است.
- خطای ریسمانی شدن یا Oozing در فیلامنت 1.75 کمتر است چون قطر ناحیه ذوب کوچکتر است.
- سازگاری فیلامنتهای 1.75 mm با نازلهای کوچکتر از 0.4 mm بهتر است.
- سازگاری فیلامنتهای 2.85 mm با نازلهای بزرگتر از 0.4 mm بهتر است.
- برخی متریهایی خاص همچون ترموپلاستیکهای منعطف Flexible TPU سازگاری بهتری با 2.85 mm دارند چون روانتر در هات-اند نازل جلو میروند.
- رشته رول Filament 2.85 mm کمتر در دستگاه چاپگر هنگام مصرف، پیچ خوردگی یا تا شدگی خواهد داشت چون ضخیمتر است.
- در پرینترهایی با کارکرد خاص صنعتی که استحکام و کارکرد مکانیکی قطعه الویت دارد متریهال 2.85 mm منطقی تر خواهد بود.



تنظیم قطر فیلامنت، قیمت مبنا در هر کیلوگرم ... در نرم افزار اسلایسینگ Simplify3D

15. فایل جی کد G-code:

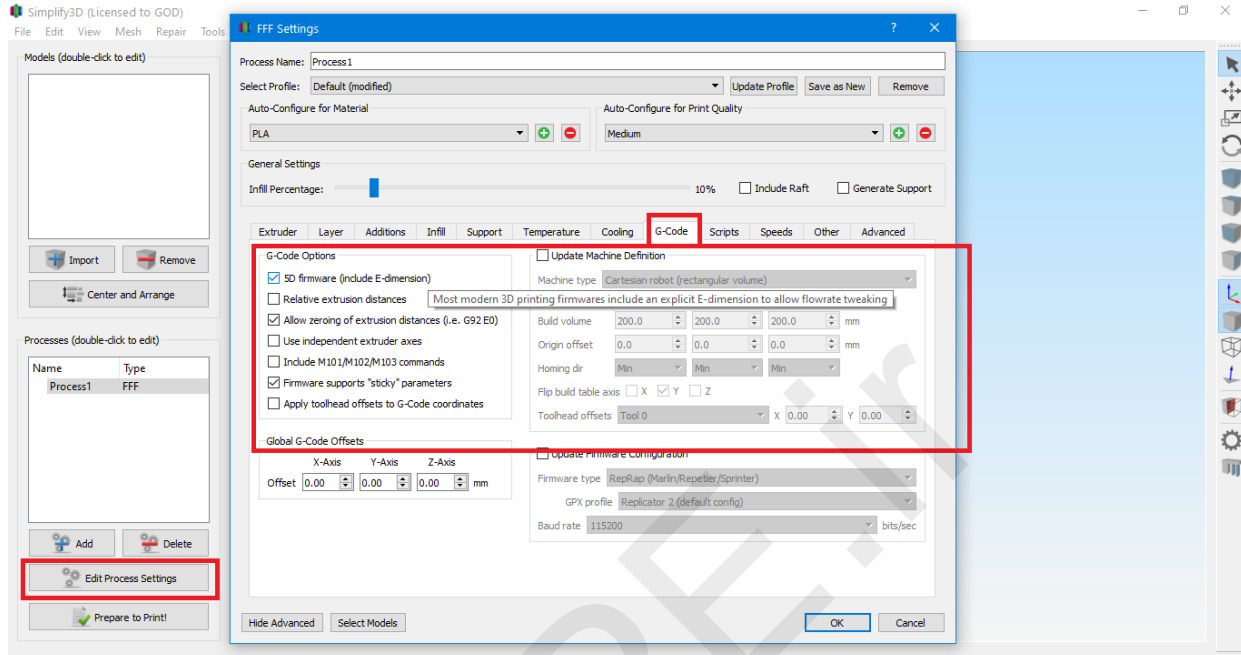


آخرین مرحله پردازش و اسلایسینگ مدل سه بعدی در نرم افزار چاپگر سه بعدی، اکسپورت فایل با فرمت GCode میباشد. این فرمت فایل در تمامی دستگاههای ساخت سه بعدی همچون CNC و 3D Printer مرسوم هستند. ساختار فایل جی کد مبتنی بر دستورات متنی برای فرمان دادن به محورهای حرکتی و اکسترودر چاپگر سه بعدی یا سایر دستگاههای ماشینکاری میباشد؛ اولین نسخه های این زبان برنامه نویسی کنترل عددی در سال 1950 عرضه شدند و بتدریج برای فایل های CAD سازگار گشتند. در واقع G-Code زبانی است که توسط سیستم های کامپیوتری برای ارتباط با پرینتر سه بعدی بکار میرود. با استفاده از دستورات G-Code یک کامپیوتر می تواند حرکت اکسترودر و جریان یابی فیلامنت ... را در چاپگر سه بعدی بر اساس زمان، مکان و چگونگی آن در طول فرآیند پرینت کنترل نماید.

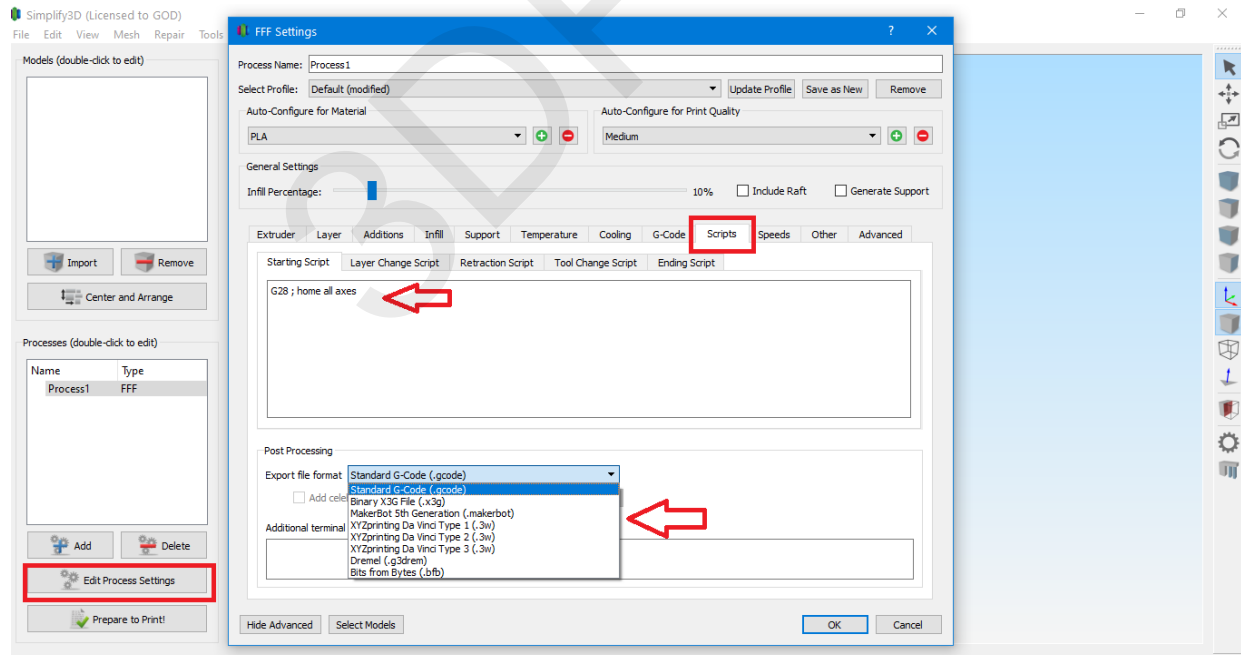
نرم افزارهای اسلایسینگ همچون Cura و Simplify3D، فایل های G-Code را به طور اتوماتیک از مدل های سه بعدی CAD یا STL می سازند. بنابراین اکثر کاربران این کدها را نخواهند دید یا تنها چند خط کد ساده را برای لحظه ای کوتاه می بینند. ولی اگر بخواهید در حوزه پرینت سه بعدی به یک فرد حرفه ای تبدیل شوید و وسعت دید عمیقی از فرآیند 3D Print داشته باشید؛ دانستن دستورات این زبان پرکاربرد راهگشاست. پیشنهاد میشود برای آشنایی با ساختار دستورات جی کد مقاله «[مرجع آموزشی کدنویسی G-Code](#)» از وبسایت مطالعه گردد.

نکته: دانستن مفاهیم جی کد برای همگان مفید است ولی دستکاری یا تغییر دستورات جی کد از یک فایل آماده چاپ، کاری کاملاً پیچیده میباشد که باید با دقت بسیار زیادی انجام گردد. چون تغییرات اشتباه این کدهای متنی نه تنها عملیات چاپ را مختل خواهد کرد بلکه گاهی

باعث صدمات فیزیکی به دستگاه چاپگر سه بعدی شما نیز میگردد. بنابراین اگر در زمینه پرینت سه بعدی مبتدی هستید از این مورد صرف نظر کنید.

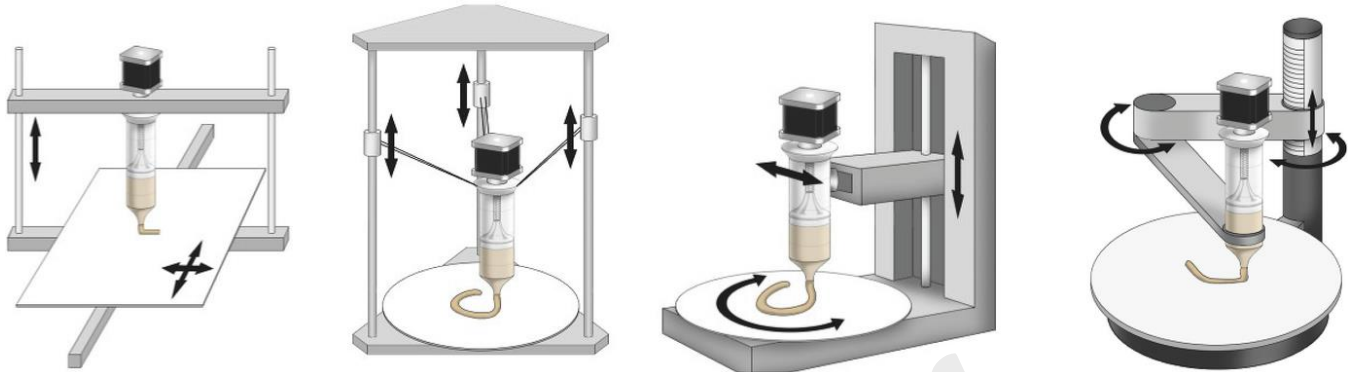


بخش بهینه سازی تفسیر دستورات جی کد در نرم افزار *Simplify3D* که باید با مشورت شرکت سازنده چاپگر سه بعدی تان تنظیم کنید.



تب *Script* در نرم افزار سیمپلیفای که دستورات پایه ای جی کد بصورت پیش فرض در آن تعیین شده است. تغییرات این بخش حتما باید با مشورت شرکت سازنده چاپگر سه بعدی شما صورت گیرد.

16. بستر ساخت یا Build Volume:



Cartesian
دکارتی

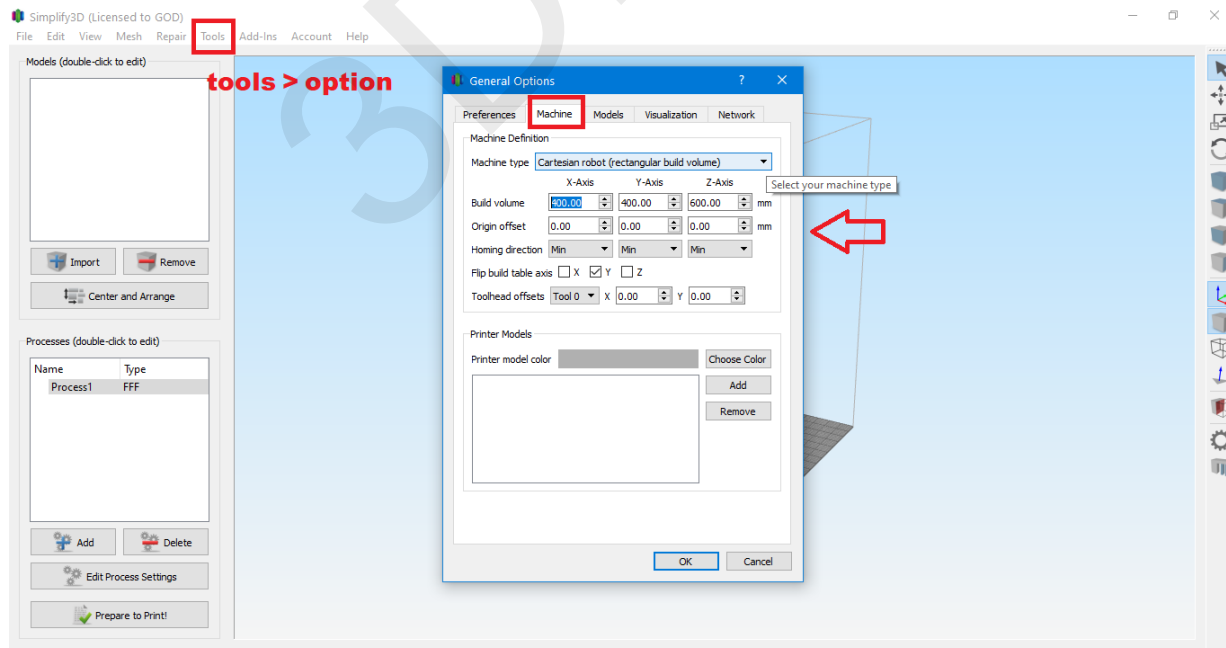
Delta
دلتایی - سیلندری

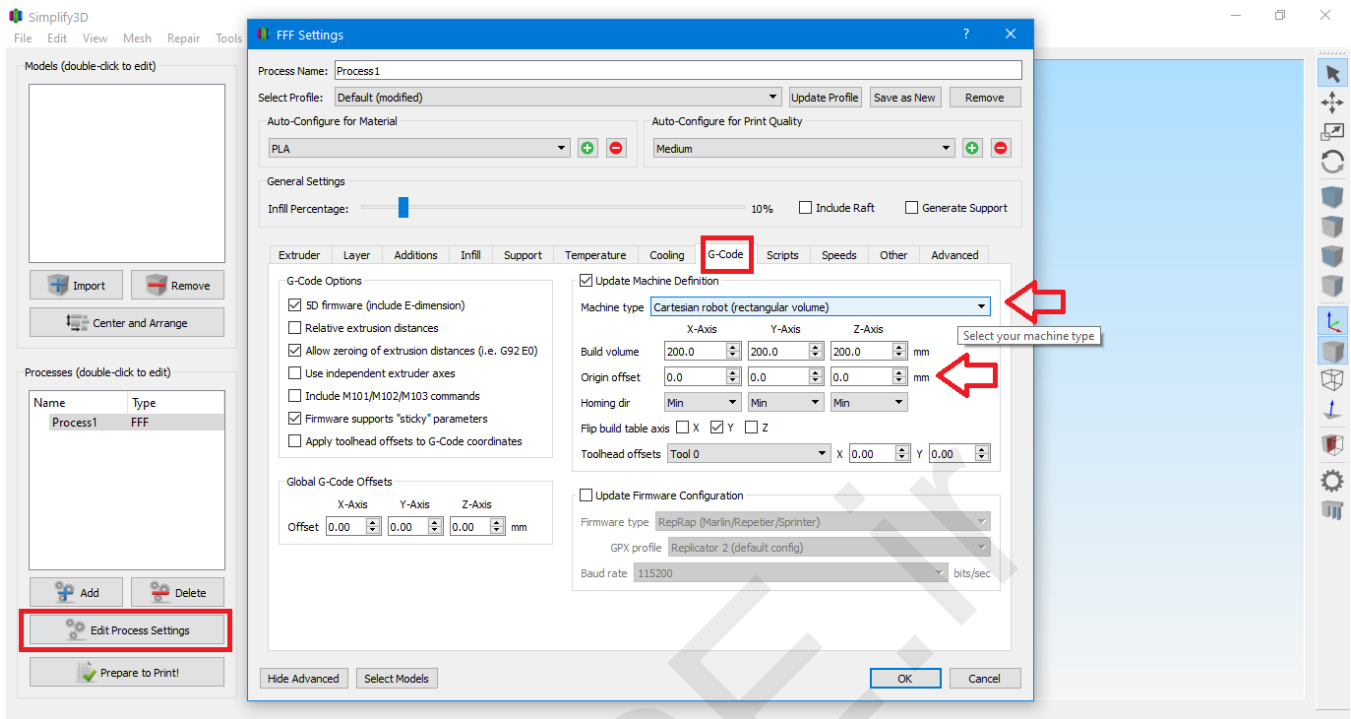
Polar
دایره ای

Robotic
رباتیک - بازویی

بستر ساخت به کمیت ابعاد قابل پرینت توسط چاپگر 3بعدی اشاره دارد و بر اساس هندسه عمدتاً دکارتی 3D Printer ها، منظور سه محور X - Y - Z میباشد. بنابراین بر اساس مشخصات ارائه شده توسط شرکت سازنده دستگاهتان این مقدار را در نرم افزار اسلایسینگ وارد کنید. این بخش به همراه تنظیمات کالیبراسیون بستر ساخت و قطر فیلامنت از پایه ای ترین و مهمترین مواردیست که هنگام اولین استفاده از 3D Printer باید در الویت کارهایتان قرار گیرد.

نکته: در نرم افزارهای اسلایسینگ مرسوم همچون Cura و Simplify3D دو هندسه دکارتی و دلتایی قابلیت پیاده سازی را دارند.

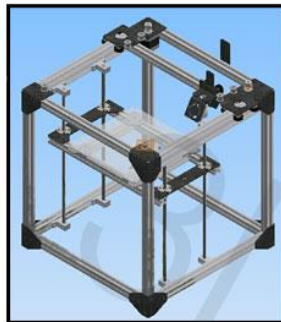




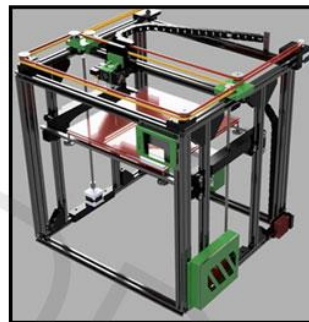
بخش تنظیم ابعاد ساخت 3D Printer در نرم افزار Simplify3D که باید با راهنمایی شرکت سازنده دستگاهتان تکمیل گردد.



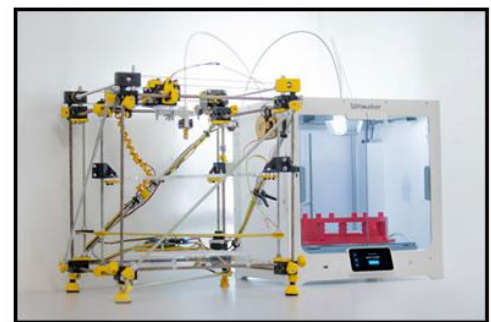
Delta



H Bot



CoreXY
کورکسی - کور ایکس وای



Cartesian
Darwin / UltiMaker
Prusa / Mandel
دکارتی



Polar
قطبی

Belt Conveyor نقاله ای



Scara
اسکارا رباتیک

آموزش جامع انواع پلتفرم چاپگرهای سه بعدی FDM



پرینت سه بعدی، دستگاه چاپ سه بعدی رومیزی، نمونه سازی سریع، ساخت لایه افزایشی، ساخت دیجیتال اجسام، ...

اینها اصطلاحات گوناگون و جلب توجه کننده یک فناوری نوظهور هستند که زیاد با آنها در اینترنت و گزارشات رسانه مواجه می شوید.

اکنون همه گیک های دنیای فناوری، مهندسان، معماران، مخترعین ... درباره فناوری 3D Printer صحبت می کنند و حتی از آن بعنوان انقلاب صنعتی جدید نیز یاد می شود.

علاقمنند هستید تا بوسیله چاپگرهای سه بعدی به یک کارآفرین تبدیل شوید و درآمد مستقل خودتان را داشته باشید؟!

اگر صاحب کسب و کار کوچک یا بزرگی هستید، تمایل دارید تا چند قدم جلوتر از رقبای خود حرکت کنید؟!

شرکت «توسعه گران بعد سوم» سازنده پرینترهای سه بعدی ایرانی می باشد که کلیه محصولات این مجموعه شامل گارانتی، خدمات پس از فروش و آموزش میباشد. برای مشاوره رایگان یا هر گونه سوال و راهنمایی کفایت با ما تماس بگیرید.

3DPE.ir

wa.me/989125257385



“
مورد اعتماد برترین سازمانهای ایرانی
”

