

آموزش نرم افزار اسلایسینگ

Cura

چاپگرهای سه بعدی

3DPE

## فهرست مطالب

4	مقدمه
6	دانلود و نصب نرم افزار Cura
8	پیکربندی پرینتر سه بعدی در نرم افزار Cura
10	بارگذاری مدل سه بعدی در Cura
11	مباحث Views در Cura
15	مقدمات پنل تنظیمات یا Print Setting
19	Layer Height - ارتفاع لایه یا رزولوشن چاپ
20	Wall Thickness - ضخامت دیواره
20	Horizontal Expansion
21	Z-Seam Alignment
22	Fill Gaps Between Walls
23	Alternate Extra Walls
23	پارامترهای Speed یا سرعت چاپ
26	Minimum Layer Time
27	Build Plate Adhesion - لایه اول چاپ
31	رفع خطای Pillowing یا بالشی شدن
32	رفع خطای Stringing یا رشته ای شدن
34	پارامترهای Support یا بافت نگهدارنده در نرم افزار Cura
37	Support Placement
38	Enable Support Roof
40	support interface
41	Support X/Y Distance
42	Z Distance
44	Support distance priority
44	Stair step height
45	Join distance

45	Support horizontal expansion
46	Support wall line count
46	Support infill line directions
47	Gradual support infill steps
47	Support density یا تراکم ساپورت
48	Support brim
48	Support infill layer thickness
49	Minimum support area
49	Use towers
50	maximum tower-supported diameter and roof angle-Tower diameter
52	چطور به حداقل میزان ساپورت گذاری برسیم؟
53	انواع ساختار ساپورت در Cura
56	پارامترهای Infill یا تراکم داخلی نرم افزار Cura
63	پارامترهای Special Mode نرم افزار کیورا
68	پارامتر Mold یا ساخت قالب قطعات در Cura
69	پارامتر Relative Extrusion
72	پارامتر (Per Object Setting) (Per Model Setting)
74	مباحث چاپ سه بعدی دو نازل با Cura
93	فهرست کتابهای پرینتر سه بعدی
95	مشاوره رایگان

## نرم افزار اسلایسر «کیورا» چیست؟

در فرآیند چاپ سه بعدی FDM یا متریال ترموپلاستیک، ماده ذوب شده و بصورت لایه های افقی روی بستر بر اساس مختصات سه بعدی ریاضی قرار گرفته و تدریجا قطعه فیزیکی را میسازد. بخاطر این مکانیسم ساخت، نرم افزار چاپگر سه بعدی FDM بنام Slicer یا «برش دهنده لایه» خوانده می شود.

نرم افزار اسلایسر Cura برنامه ای برای چاپگر سه بعدی است که یک فایل سه بعدی دیجیتال را در کامپیوتر شما بارگزاری کرده و سپس در فرمتی قابل فهم و آماده چاپ (G-Code) به پرینتر سه بعدی تحویل دهد. نرم افزار Cura محصول برند خوشنام هلندی سازنده 3D Printer یعنی Ultimaker است و نه تنها برای دانلود رایگان است بلکه کاملاً Open Source نیز هست.

برنامه های اسلایسر زیادی در بازار موجود هستند و Cura تنها یکی از آنها است ولی سالها توسعه مداوم و فلسفه open source، از این برنامه یک استاندارد جهانی ساخته است. اگر برخی نرم افزارهای اسلایسر متفرقه دیگر را با Cura مقایسه کنید، خواهید دید که بقیه بسیار ساده به نظر می رسند و دارای گزینه ها و تنظیمات محدودی هستند، اما این نرم افزار در صورت نیاز کاربر به برنامه ای با تنظیمات بسیار پیشرفته تبدیل می شود و همچنان میتواند ساده و کاربر پسند باقی بماند (این نرم افزار در حالت Enterprise یا پولی با پلاگینهای ویژه نیز قابل خرید است).

✓ این کتابچه آموزشی برای تمام افرادی که به تازگی کار با پرینت سه بعدی را آغاز کرده اند یا در سطح متوسطی هستند، مناسب است. در این کتاب، ترفندها و گزینه های پنهان ولی بسیار کاربردی نرم افزار Cura بررسی شده اند.

پیش از این که به بررسی Cura بپردازیم، بهتر است در مورد فایل سه بعدی و فرآیند چاپ و چگونگی آمادگی آن صحبت کنیم. این مبحث یک پروسه تبدیل فایل سه بعدی به جسم جامد است و میتواند برای افراد مبتدی ناشناخته باشد. پس بهتر است ابتدا درکی مقدماتی از کل فرآیند داشته باشیم.

## سه مرحله چاپ سه بعدی

سه مرحله اساسی در آماده سازی فایل برای پرینت سه بعدی وجود دارد:

1. **مدل سازی سه بعدی:** این کار توسط انواع نرم افزارهای طراحی سه بعدی مرسوم مانند اتوکد، سالید ورک یا Sketchup ... انجام میگیرد که اینها تنها چند نمونه از بیشمار از اپلیکیشن های موجود هستند. این نرم افزارها دارای فرمت فایل های مخصوص و متنوع هستند و به همین دلیل شما می توانید در آنها فایلتان را از اول طراحی یا فقط Open کرده، ویرایش کنید، ذخیره کنید و یا به بیرون انتقال دهید (اکسپورت کردن).
2. **خارج کردن فایل سه بعدی:** همین که شما مدل خود را ساختید، نیاز دارید که آن را در قالب فایل STL, OBJ, 3MF یا STP به بیرون انتقال دهید یا اصطلاحاً **اکسپورت** کنید. از عمد این چند فرمت را معرفی کردیم زیرا فرمت هایی هستند که توسط Cura شناخته میشوند. این فرمت فایل ها با فرمت اپلیکیشن های مدل سازی متفاوت است زیرا تنها هندسه نهایی را حفظ می کند و مشخصات اولیه و محتوای قابل ویرایش را نگه نمی دارد. با این حال هنوز می توانید اندازه مدل سه بعدی را تغییر دهید اما در هندسه اصلی آن نمیتوانید تغییر ایجاد کنید.
3. **برش فایل سه بعدی:** فایل STL یا OBJ به Cura منتقل می شود (اصطلاحاً **ایمپورت** یا بارگذاری)، جایی که برش یا اسلایس و تبدیل آنها به G-Code انجام می گیرد. «جی کد» اساساً یک فایل نوشتاری است که شامل دستوراتی مختصاتی-عملکردی برای پرینتر سه بعدی است مانند دمای Hot End و حرکت دادن نازل-اکسترودر به سمت چپ یا راست و غیره.

یک نمونه خط از فایل جی-کد را در زیر می بینید:

G0 F7200 X19.698 Y28.262 Z.36

G1 F1500 E0

## 1. دانلود نرم افزار Cura

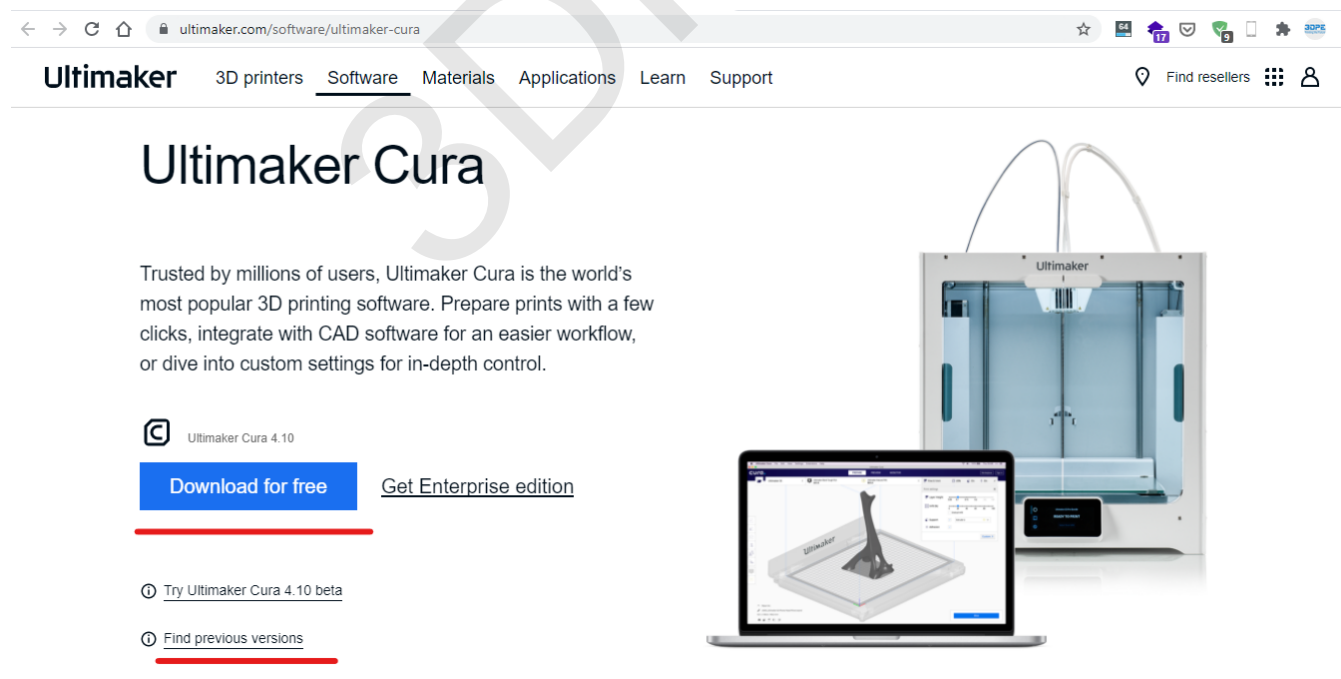
این برنامه در تمامی سیستم عاملهای معمول مانند ویندوز، اپل مکینتاش و گنو-لینوکس کار می کند و چون اوپن سورس میباشد دردسر کرک نرم افزاری یا تنظیمات فعالسازها را نخواهید داشت. سیستم مورد نیاز برای اجرای این برنامه در ورژنهای جدید تنها 64 بیتی میباشد. ورژنهای قدیمی این نرم افزار بصورت 32 بیت همچنان قابل دستیابی هستند ولی در نظر داشته باشید که باگهای بیشتر و امکانات بسیار کمتری دارند و مانند نسخه بروز شده نیستند. پس اصلا به ورژنهای منسوخ این نرم افزار فکر نکنید و بجایش سخت افزار سیستم خود را ارتقاء دهید.

نکته: Cura برنامه ای گرافیکی اصطلاحا سنگین است و کامپیوترتان باید با سخت افزار مناسبی پیکربندی شده باشد.

برای دریافت نرم افزار، ابتدا به وبسایت Cura و سپس بخش دانلود بروید. متأسفانه معلوم نیست به چه علت دسترسی کاربران با IP ایران به این وبسایت مسدود است و مجبور هستید با VPN به این سایت وصل شوید.

<https://ultimaker.com/en/products/ultimaker-cura-software>

اگر حوصله VPN ندارید، میتوانید به فارسی دانلود نرم افزار Cura را در گوگل جستجو نمایید (سعی کنید ورژنهای بروز و با آخرین update را دانلود کنید).



Ultimaker Cura

Trusted by millions of users, Ultimaker Cura is the world's most popular 3D printing software. Prepare prints with a few clicks, integrate with CAD software for an easier workflow, or dive into custom settings for in-depth control.

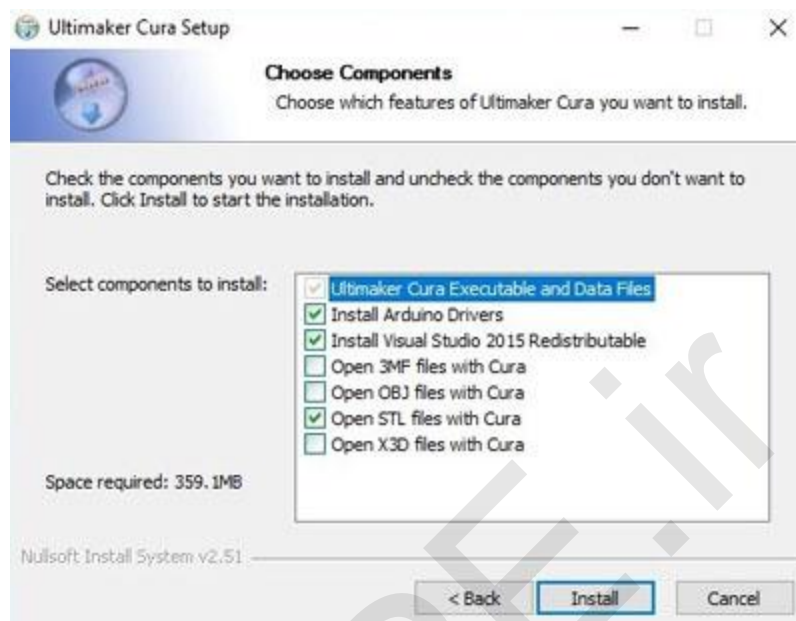
Ultimaker Cura 4.10

[Download for free](#) [Get Enterprise edition](#)

[Try Ultimaker Cura 4.10 beta](#)

[Find previous versions](#)

## 2. راه اندازی Cura در ویندوز:



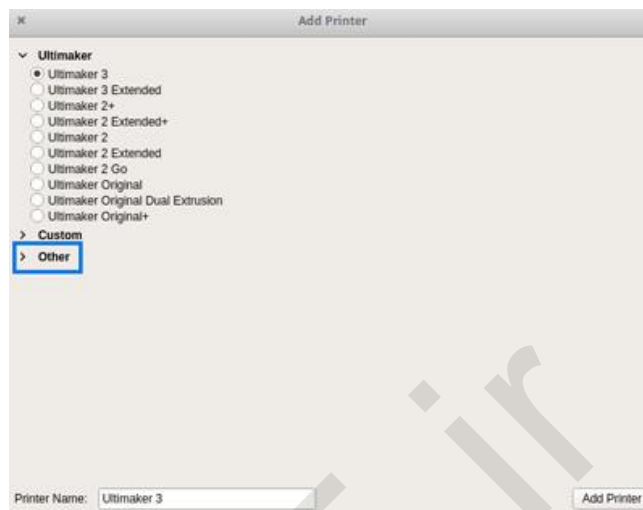
فایل نصاب exe. را اجرا کنید و مراحل معمول نصب ویندوزی را طی کنید. اگر می خواهید با فرمت های 3MF,OBJ یا X3D در Cura کار کنید، کادر های متعلق به آنها را تیک بزنید و ادامه دهید. به محض اینکه نصب برنامه تمام شود، Cura به صورت خودکار اجرا می شود. همچنین شما می توانید این برنامه را از قسمت Start Menu باز کنید. در مرحله بعد نحوه تعریف پرینتر سه بعدی را در نرم افزار Cura شرح می دهیم.

نکته: در سیستم عامل مکینتاش نیز نصب به راحتی انجام میشود و نیاز به توضیح خاصی ندارد.

## 3. نصب در لینوکس

در سیستم عاملهای لینوکسی فارغ از نوع توزیع میتوانید نسخه بدون نیاز به نصب با فرمت APP IMAGE را دانلود و با راست کلیک روی آن permission اجرایی را در آن فعال نمایید. سپس روی فایل دابل کلیک کنید تا نرم افزار باز شود. همچنین امکان نصب Cura از مخزن اپهای هر توزیع اختصاصی لینوکس نیز وجود دارد گرچه اصلا پیشنهاد نمیشود؛ چون این مخازن منظم بروزرسانی نمیشوند و نسخه «کیورا» باگ دار و قدیمی است.

## 4. پیکربندی پرینتر سه بعدی در نرم افزار Cura



## Setting &gt; printer

برای اولین بار که Cura را اجرا می کنید از شما درخواست می شود تا یک پرینتر را انتخاب کنید. اگر شما یک پرینتر Ultimaker دارید، پروفایلی آماده در Cura وجود دارد و تنها باید مدل «آلتی میکر» خود را انتخاب کنید ولی اگر اینطور نیست (یعنی فرضاً یک چاپگر سه بعدی ایرانی دارید) باید یک پروفایل برای پرینتر جدید تنظیم کنید.

برای پرینترهای متفرقه خارجی روی گزینه Other کلیک کنید و اگر خوش شانس باشید پرینتر شما در لیست وجود دارد. اگر نه، نگران نباشید، دکمه Custom و سپس Add Printer را انتخاب کنید.



بعد از این کار، صفحه Add Printer به شما نمایش داده خواهد شد و اینجا شما باید مشخصات چاپگر سه بعدی خود را با دقت وارد کنید (مثل ابعاد چاپ، تعداد نازل، قطر فیلامنت و غیره). این بخش باید در کمال صحت و دقت تکمیل شود زیرا تنظیمات پایه ای نرم افزار برای ارتباط با پرینتر شماست؛ پس هر کجا که سردرگم شدید با پشتیبانی شرکت سازنده دستگاه خود مشورت کنید.

مشخصات اکسترودر

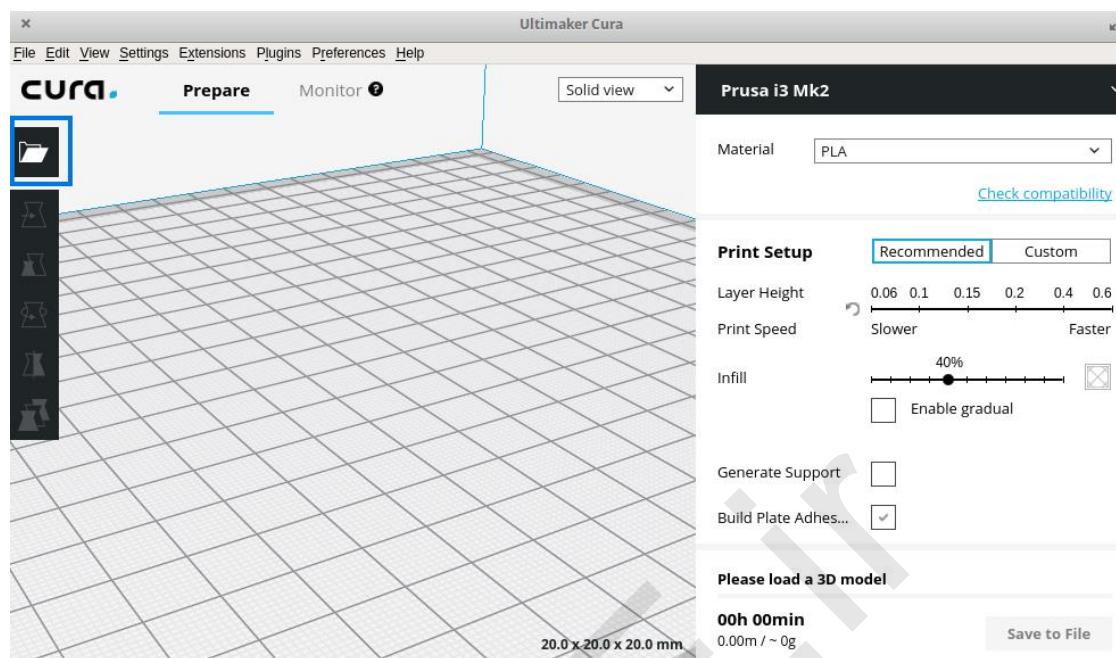
تعداد اکسترودر

قطر فیلامنت

قطر نازل اکسترودر

اسکرپتهای پیش فرض که معمولاً نیازی به تغییر ندارند ولی قبل از تغییر حتماً با شرکت سازنده دستگاه خود مشورت کنید

تنظیمات دلخواه را وارد و در آخر Finish را کلیک کنید.



## 5. بارگذاری مدل سه بعدی در Cura

وقتی پیکربندی پروفایل چاپگر در نرم افزار به پایان رسید، زمان این است که فایل سه بعدی در Cura بارگذاری شود. برای وارد کردن یک مدل، شما می توانید از آیکون موجود روی سمت چپ تصویر اقدام کنید یا از قسمت File > Open File(s) در منو این کار را انجام دهید. یک فایل STL, OBJ یا 3MF را از داخل کامپیوتر خود انتخاب کنید. در صورتی که فایل سه بعدی ندارید، میتوانید از لینک آموزش [دانلود مدل سه بعدی رایگان](#)، فایل دلخواهی بدست بیاورید.

## 6. تغییر زاویه دید در فضای Cura

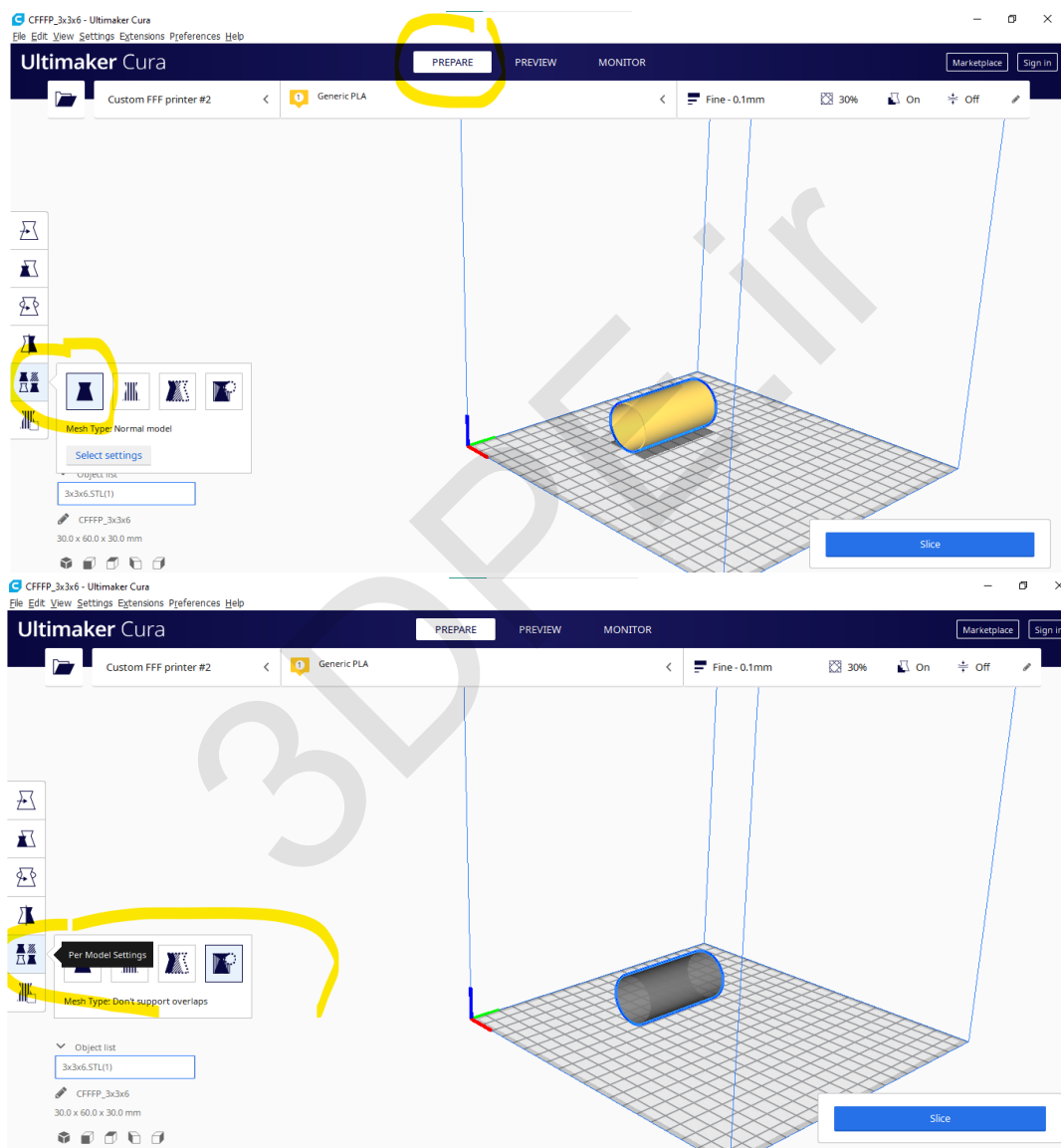
زمانی که مدل در فضای ساخت Cura ظاهر می شود، معمولاً بیش از اندازه کوچک یا بزرگ به نظر می رسد. همچنین ممکن است شما بخواهید مدل را از زاویه دیگر یا ارتفاع دیگر ببینید. با موس در بخش پایین صفحه روی باکسهای دید کلیک کنید یا از جهت یاب کیبورد کمک بگیرید. **چرخش فضای ساخت Cura:** دکمه Ctrl را نگه دارید و با فشار دادن کلیک چپ موس می توانید فضای ساخت را بچرخانید (در سیستم عامل های Ubuntu و Mac شما می توانید به راحتی با فشار دادن کلیک چپ و تکان دادن آن، همین کار را انجام دهید). این کار برای دیدن مدل از زوایای مختلف به کار می آید.

**زوم کردن در فضای ساخت اسلایسر Cura:** برای بزرگ نمایی و کوچک نمایی مدل می توانید از چرخ اسکرول میانی موس استفاده کنید. اگر یک موس با چرخ اسکرول ندارید، پیشنهاد می کنیم حتماً آنرا تهیه کنید!

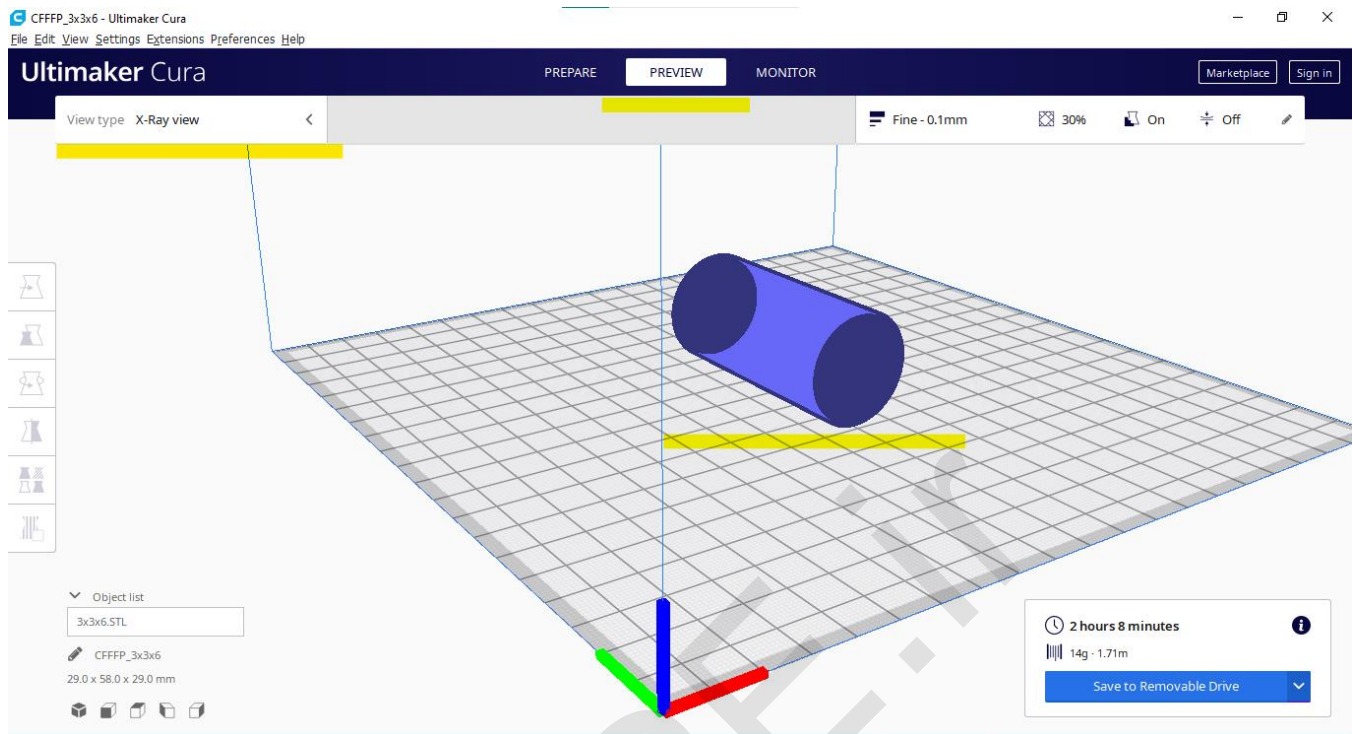
## 7. منظر یا شبیه ساز (Views) مدل در Cura

فرض کنید مدلی را در «کیورا» باز و سپس روی دکمه slice کلیک می کنیم تا فایل جی-کد آماده شود. در این حالت وارد بخش preview میشوید (مرحله قبل بخش Prepare بود و دکمه Slice زده شد).

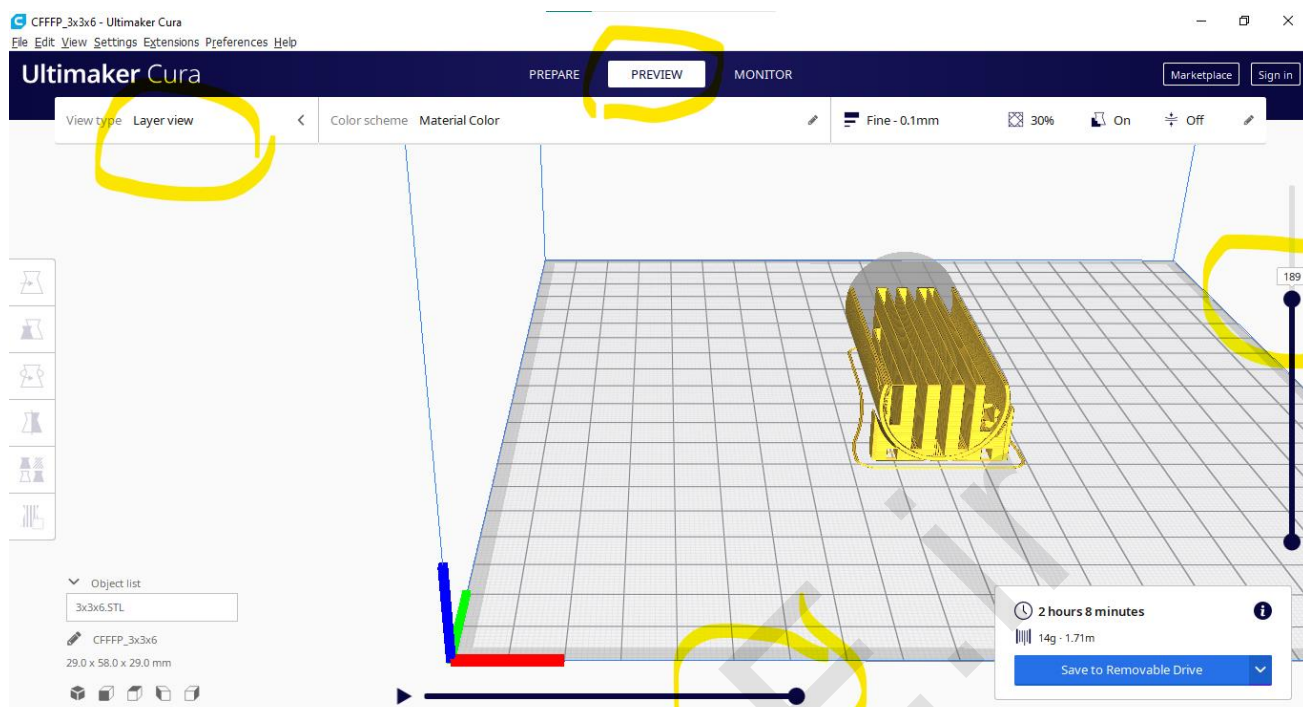
در نرم افزار Cura دو راه اساسی برای نگاه کردن به مدل وجود دارد؛ هر کدام از آنها به دلایل متفاوت کاربرد خاص خود را دارند؛ خصوصا اگر در فرآیند چاپ به مشکل برخورد کرده باشید یا بخواهید وضعیت قرارگیری مدل را تغییر دهید.



✓ دید جامد (Solid): حالت پیش فرض Cura در تب Prepare؛ در این بخش با کلیک روی بخشی که در عکسهای فوق، هایلایت شده است میتوان به منظرهای متفاوتی مثل mesh، توخالی .... دست یابید و تنظیمات پرینت را تغییر دهید.

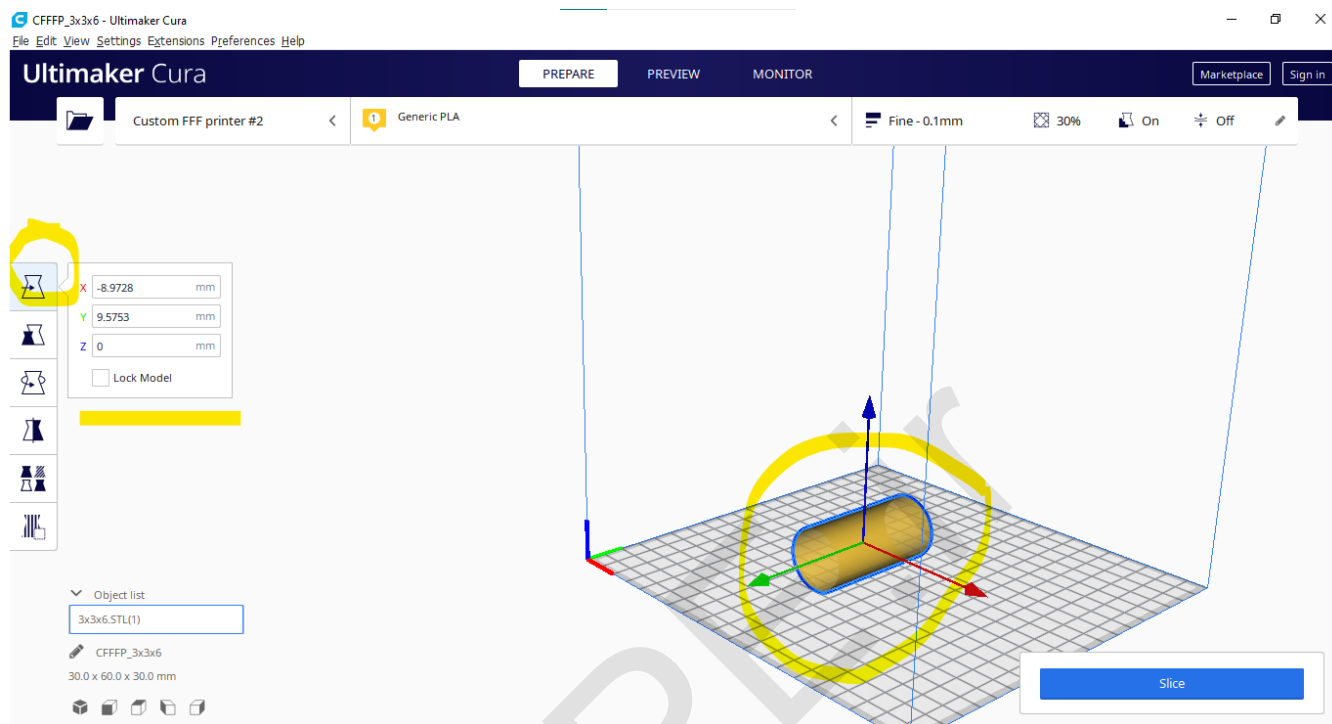


✓ **حالت X-Ray:** این منظر شما را قادر می سازد که بتوانید ساختار داخلی مدل را ببینید. بهترین کارایی این حالت موقعی است که چاپ شما مشکل **Manifold Edges**، فاصله یا گپ دارد (لبه هایی که لبه های دیگر را قطع می کنند). حالت X-Ray به شما امکان می دهد تا بفهمید کدام بخش از مدل نیاز به باز طراحی دارد.



✓ **حالت Layer View:** این منظر امکان می دهد که به خوبی ببینید که مدل در هر مرحله از پرینت شدن چه شکلی خواهد داشت (با کمک اهرمهای کشویی). پس برای بررسی صحت پرینت و خطایابی چاپ بسیار کاربردی است. قبل از ذخیره فایل جی کد این بخش را با دقت مرور کنید. همچنین در این حالت، شکل و اندازه مدل را نسبت به پلتفرم چاپ خواهید دید. عموماً، اگر همه چیز خوب به نظر برسد، احتمالاً 3D Print به درستی انجام خواهد شد.

## 8. حرکت و مقیاس و چرخش مدل در پلتفرم ساخت Cura

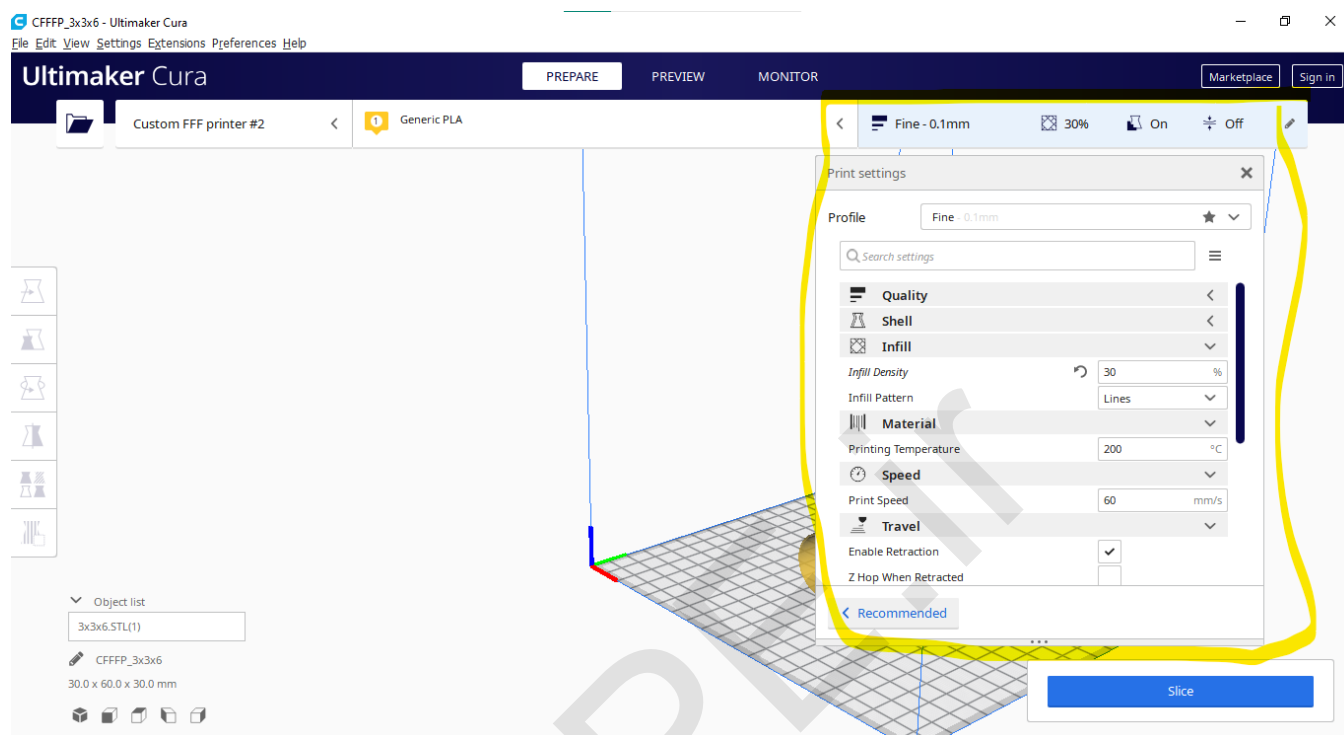


ممکن است بعضی مواقع نیاز داشته باشید تا مدل را در طول فضای ساخت Cura حرکت دهید، چون نمی خواهید مدل را دقیقاً در مرکز پلتفرم پرینتر چاپ کنید یا در مواقعی دیگر، ممکن است مدل بارگذاری شده، جهت اشتباه داشته باشد.

اگر مدل شما نیاز به تنظیم دارد، تمام کاری که باید بکنید این است که روی مدل کلیک کنید تا برجسته شود و سپس یکی از ابزارهای سمت چپ را انتخاب کنید. از اینجا شما می توانید به سرعت مدل را حرکت دهید، بچرخانید و یا مقیاس آن را تغییر دهید.

وقتی شما یکی از گزینه های Tool Option را انتخاب می کنید، خواهید دید که فلش هایی در اطراف مدل ظاهر می شوند. تنها کافی است که فلش یا حلقه را بگیرید تا تغییر را در جهت دلخواه انجام دهید. اگر دچار اشتباه شدید تنها با فشار دادن کلیک راست به حالت اولیه بر می گردید. شاید بخواهید بیشتر از یک مدل را چاپ کنید؛ با انتخاب مدل روی آن کلیک کنید و Duplicate را انتخاب کنید (با راست کلیک موس هم میشود). نرم افزار Cura 3D به صورت خودکار مدلها را در صفحه قرار می دهد. اگر فضا برای دو یا چند مدل کافی باشد رنگ آنها زرد خواهد بود، در غیر این صورت مدل هایی که در بستر چاپ قرار نمی گیرند به رنگ خاکستری نشان داده می شوند.

## 9. پنل تنظیمات یا Print Setting

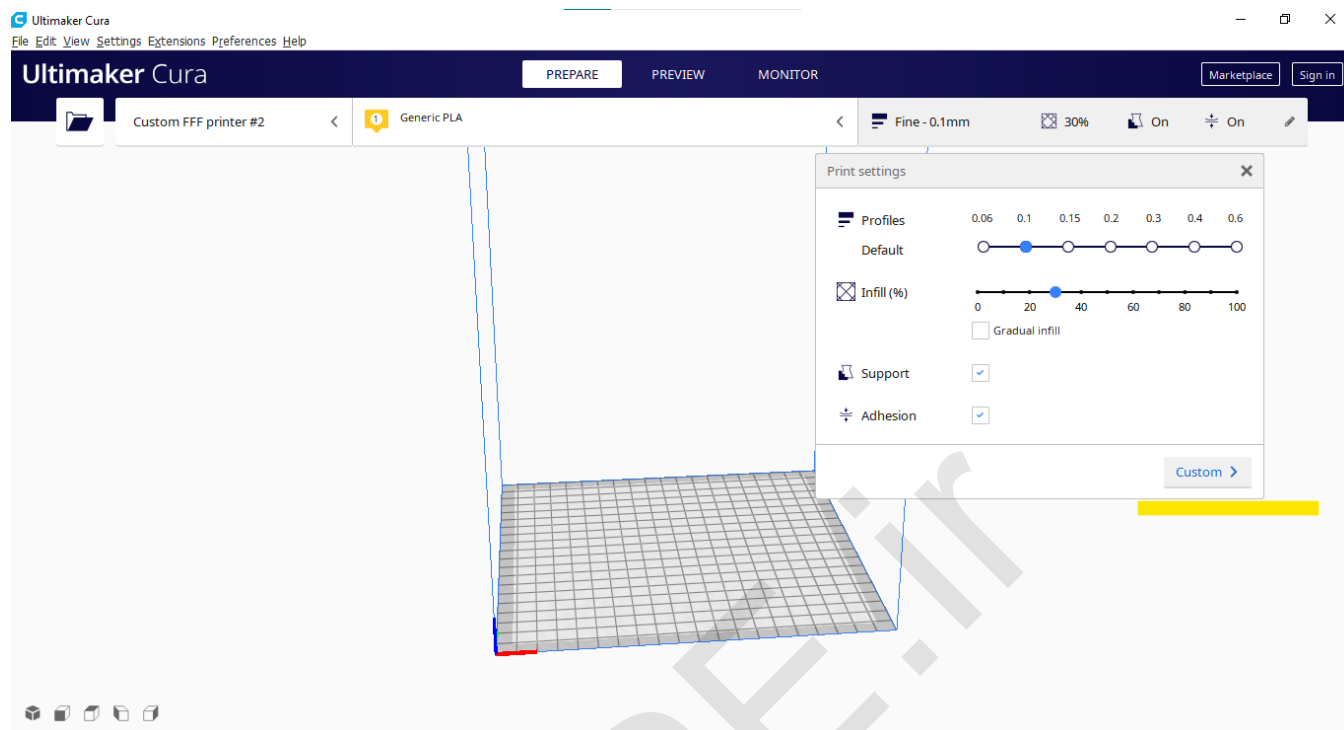


عکس: پنل پرینت در حالت تنظیمات پیشرفته سفارشی Cura - با کلیک روی دکمه *Recommended* به حالت آسان برمیگردید که برای کاربران مبتدی با تنظیمات پیش فرض و پرینت قطعاتی ساده کاربرد دارد.

✓ **Recommended:** این گزینه در زمانی که شما تنظیمات اصلی پرینتر را در نرم افزار وارد میکردید، محاسبه شده است. این پنل برای زمانی که شما تازه شروع به کار کرده اید و یا تنها می خواهید ارتباط بین دستگاه و نرم افزار را چک کنید مناسب است. گزینه های زیرمجموعه *Recommended* محدود است اما شما می توانید به سرعت *Quality*، *Infill*، *Plate adhesion* و *Support General* را انتخاب کنید.

✓ **Custom:** اینجا است که قضیه جالب می شود و شما می توانید تنظیمات را از رزولوشن پرینت گرفته تا سرعت ... دستکاری کنید.



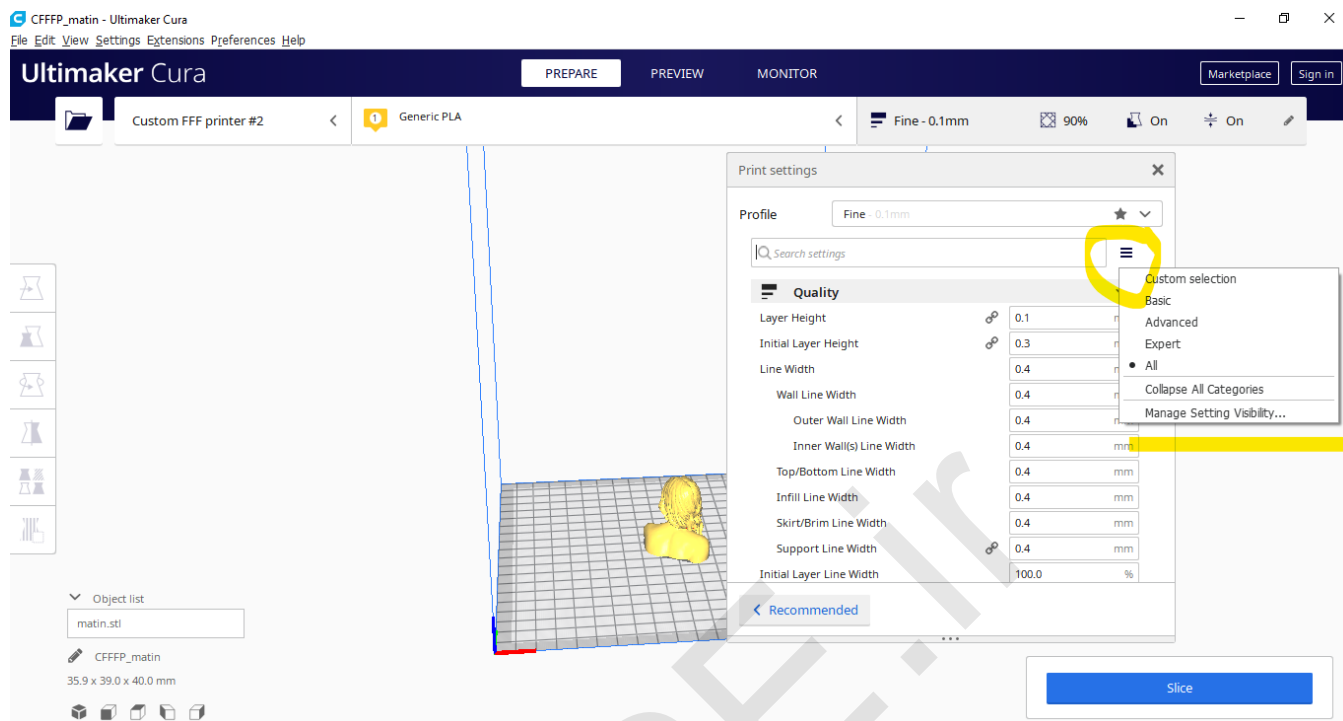


پنل تنظیمات پرینت نرم افزار Cura در حالت *Recommended*

در حالت *Recommended* گزینه رزولوشن چاپ، infill یا تراکم داخلی، support یا ساختار نگهدارنده و Adhesion یا نوع چسبندگی لایه اول چاپ برای قطعه قابل تنظیم است.

✓ **Gradual infill**: در تراکم داخلی 90 درصد این گزینه قابل فعالسازی است؛ تیک زدن این گزینه به معنی این است که Cura بتدریج و با الویت بسمت بالا، داخل مدل را توپر می کند. این آیتم به شما اجازه می دهد که درجه پرشوندگی بهینه تر شود و همچنان استحکام مطلوب را حفظ کنید. پیشنهاد می شود زمانی که می خواهید از Infill متراکم استفاده کنید، این گزینه را تیک بزنید تا مصرف متربال و زمان پرینت کمتر شود.

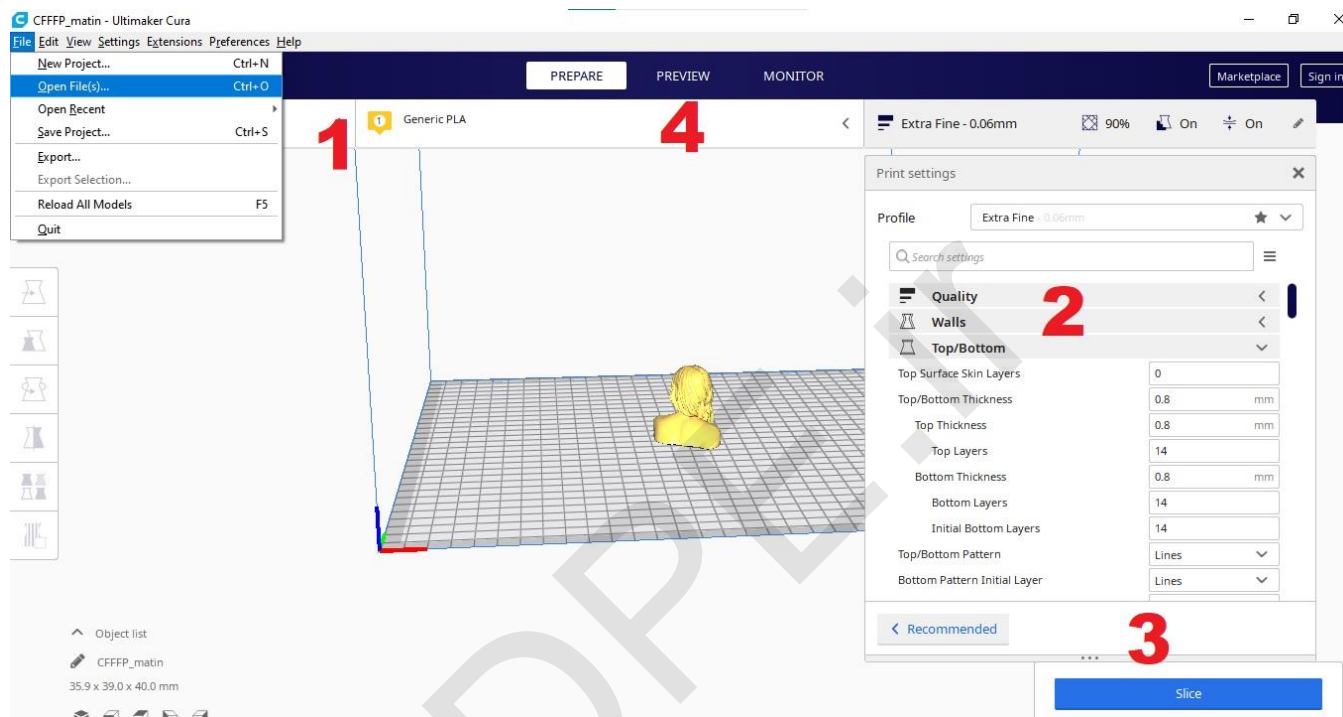




منوی بخش جستجوی پنل تنظیمات پرینت در حالت *custom* که تقسیم بندی رابط کاربری و نمایش گزینه ها از پایه تا کاملاً پیشرفته را برای انتخاب فراهم کرده است. در اینجا میتوانید هر تنظیمی را پنهان یا نمایش یافته کنید.

نکته 1: اگر در هر آیتم دچار سردرگمی شدید، کافیت موس را روی آن ببرید تا باکس راهنمایی به زبان انگلیسی قابل فهم برایتان نمایش یابد. اگر باز هم متوجه این توضیحات کوتاه نشدید، نام کامل گزینه را به همراه کلمه Cura در گوگل سرچ کنید؛ فیلم، عکس و راهنمای انگلیسی متنوعی در صفحه نتایج ظاهر شود.

نکته 2: در *Print Settings* بخشی بنام Profile قرار دارد که چند سری تنظیمات پیشرفته پیش فرض از ظریفترین لایه پرینت تا ضخیمترین لایه چاپ (رزولوشن ضعیف) تفکیک شده است. با توجه به نوع قطعه و کارکرد میتوانید بدون اتلاف وقت گزینه مناسب را انتخاب کنید یا خودتان یک تنظیمات خاص دلخواه را بعنوان گزینه ای جدید در پروفایل ذخیره کنید.



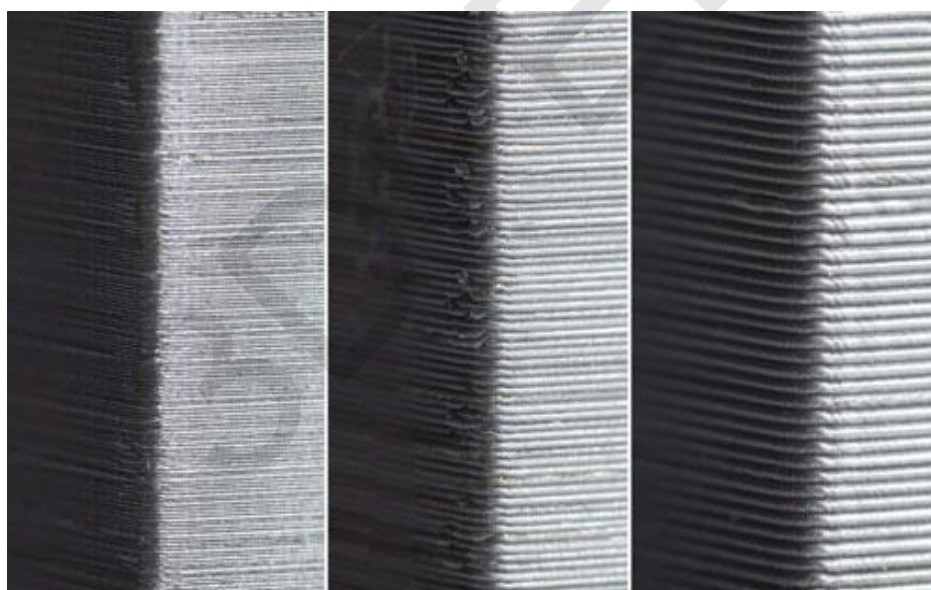
مراحلی که در نرم افزار Cura برای آماده سازی پرینت سه بعدی انجام میشود به ترتیب شامل: ایمپورت فایل - انجام تنظیمات لازمه - کلیک روی Slice و بررسی شبیه ساز پیش از چاپ می باشد.

اکنون به بررسی گزینه های تنظیمی حالت Custom یا سفارشی، خواهیم پرداخت.

Quality: Layer Height: ارتفاع لایه یا رزولوشن (دقت) چاپ:



پرینترهای سه بعدی فیلامنتی با انباشت لایه به لایه مواد کار چاپ را انجام می دهند (به همین خاطر نرم افزارش بنام Slicer یا برش دهنده لایه معروف شده است)، پس در همه اسلایسرها با گزینه «ارتفاع لایه» برخورد خواهید داشت که عامل دقت پرینت یا همان رزولوشن می باشد. عدد Layer Height کنترل ارتفاع هر لایه را نشان می دهد. خب، قانون این است: هر چه ارتفاع لایه ها کمتر باشد، کیفیت چاپ بالاتر است و برعکس.



اما این نکته را در نظر داشته باشید که کم کردن ارتفاع لایه به معنی بالا رفتن چشمگیر زمان چاپ و مصرف شدید متریال فیلامنت است. شما باید بین کیفیت، سرعت چاپ، اندازه قطعه، پیچیدگی قطعه یک حالت تعادل و میانگین برقرار کنید و بهترین حالت مورد نظرتان را پیدا کنید. ارتفاع لایه 0.1 میلیمتر یا همان 100 میکرون رزولوشن، برای نقطه شروع مناسب است و در اکثر قطعات راضی کننده خواهد بود. ✓ Initial Layer Height به ارتفاع لایه اول پرینت که روی بستر ساخت میچسبد اشاره دارد و بهتر است برای چسبندگی بهتر آنرا ضخیمتر (عدد بیشتر) در نظر بگیرید (مثلا برای فیلامنت پردردسر ABS).

• Shell: پوسته: Wall Thickness: ضخامت دیواره:

Shell	
Wall Thickness	1 mm
Wall Line Count	2
Top/Bottom Thickness	0.8 mm
Top Thickness	0.8 mm
Top Layers	6
Bottom Thickness	0.8 mm
Bottom Layers	6
Horizontal Expansion	0 mm

تعیین ضخامت دیواره های افقی (جانبی) و دیواره های بالا و پایین قطعه - هر چه عدد بیشتر شود قطعه مستحکمتر شده ولی مصرف متریال و زمان پرینت نیز افزایش چشمگیری خواهد داشت. پس حالتی میانگین بین استحکام و هزینه پرینت در نظر بگیرید.

مهمترین تنظیم در این بخش، Wall Thickness نامیده می شود؛ گزینه Wall Thickness ضخامت کلی دیواره های بیرونی را معین می کند (البته نه دیوارهای بالایی و پایینی). این مقدار باید چند برابر اندازه دقیق نازل شما باشد. برای مثال، اگر اندازه نازل شما 0.35 میلیمتر است، شما Wall Thickness را سه برابر انتخاب میکنید (1.05 میلیمتر) یا مثلاً قطر نازل 0.4 که ضخامت دیواره 1.2 میلیمتر میشود. در این حالت پرینتر سه بعدی معمولاً سه دیواره با ضخامت 0.35 میلیمتر می سازد.

عموماً، یک دیوار با اندازه 2 تا 3 برابر قطر نازل کافی است. مقدار بالاتر مدلی قوی تر می سازد و احتمال نشی را کم می کند، در حالی که با مقدار پایین تر می توانید به طرز قابل ملاحظه ای در مصرف فیلامنت و زمان صرفه جویی کنید.

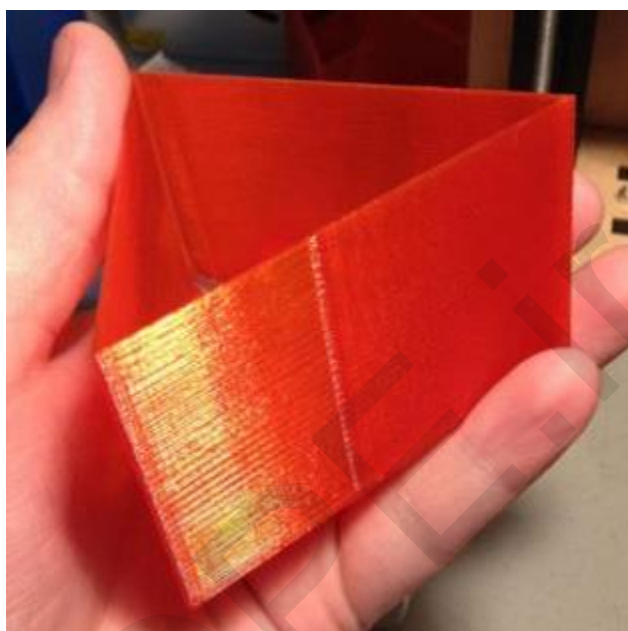
✓ **تنظیم Horizontal Expansion** در بخش Shell میتواند در زمان خنک شدن ریزش فیلامنت روی قطعه، مانع ایجاد مشکل انقباض شود. تمام ترموپلاستیک فیلامنتها در زمان خنک شدن، منقبض می شوند. بعضی از فیلامنتها، مانند PLA، خیلی کم منقبض میشوند در حالی که ترموپلاستیکهای دیگری مانند PETG یا ABS، زیاد منقبض میشوند. زمانی که شما با اندازه های دقیق کار می کنید، انقباض میتواند یک ایراد بزرگ باشد زیرا مدل شما در نهایت کوچکتر از اندازه های تنظیم شده در CAD تولید می شود (ضریب shrinkage).

در قالبسازی صنعتی که دقت ابعاد بسیار جزیی در قطعه نیز حیاتی محسوب میشود، تنظیمات Horizontal Expansion به شما اجازه می دهد اندازه پرینت سه بعدی خود را در ابعاد X/Y تنظیم کنید و تا حد زیادی، تغییر اندازه ای که به دلیل انقباض پلاستیک در زمان خنک شدن اتفاق می افتد، جبران شود.

گزینه Horizontal Expansion یکی از تنظیماتی است که در Cura به صورت پیش فرض پنهان است. پس شما ابتدا باید همان طور که پیش تر توضیح داده شد، آن را فعال کنید (منوی بخش جستجو در حالت Custom) تا در زیرمجموعه تنظیمات Shell ظاهر می شود.

نکته: مقدار مثبت در Horizontal Expansion ابعاد مدل شما را افزایش می دهد؛ اگر مدل شما کوچکتر از حد انتظار است، همانطور که معمول است، باید از مقدار مثبت استفاده کنید. مقدار منفی در این تنظیم باعث می شود ابعاد مدل شما کوچک تر شود. از مقدار منفی برای زمانی استفاده می شود که مدل از حد انتظار بزرگتر است.

✓ تنظیم Z-Seam Alignment در بخش Shell میتواند مانع ایجاد یک رگه عمودی برجسته در سطح قطعه شود:



خطایی که در محور Z ایجاد میشود و بنام Z Seam یا درز یا کوک خوانده می شود.

بعضی مواقع، پرینتر سه بعدی در شروع هر لایه، روی سطح مدل از خود علامت بجا می گذارد. وقتی این علامت ها پشت سر هم قرار می گیرند، یک برجستگی نادرست روی سطح مدل سه بعدی ایجاد می شود. این خط، Z-Seam یا خط درزگیری نامیده می شود. تنظیم و فعالسازی گزینه Z-Seam Alignment به شما اجازه می دهد که انتخاب کنید این خط در کدام قسمت مدل ایجاد شود یا بتوانید به کلی از شر آن خلاص شوید.

نکته: این تنظیم نیز به صورت پیش فرض، در نرم افزار Cura در حالت پنهان قرار دارد. ابتدا آن را قابل رویت کنید تا در زیر تنظیمات Shell ظاهر شود.

چهار انتخاب برای تنظیم Z-Seam Alignment وجود دارد: Shortest, User Specified, Sharpest Corner, Random

- انتخاب پیش فرض Shortest است. زمانی که این گزینه انتخاب شود، نرم افزار اسلایسر Cura به چاپگر سه بعدی دستور می دهد که چاپ لایه جدید را از نقطه انتهایی لایه قبلی شروع کند. این کار اغلب به ایجاد یک خط-جوش قابل دید ختم می شود، پس بهتر است از آن صرف نظر کنید!

- گزینه User Specified به شما اجازه می دهد تا مشخص کنید که میخواهید Z-Seam دقیقاً در کجای مدل ظاهر شود. وقتی انتخاب میشود، دو گزینه دیگر به نام های Z-Seam X و Z-Seam Y ظاهر میشوند. این تنظیمات به مختصات X-Y در Z-Seam مربوط است.
- گزینه Sharpest Corner به چاپگر سه بعدی دستور می دهد که پرینت هر لایه را از تیزترین گوشه سطح مدل آغاز کند. یک گوشه، به دلیل تیز بودن، در بسیاری موارد می تواند Z-Seam را بپوشاند. با این وجود اگر مدل شما گوشه های تیز ندارد (مثلاً قطعه گرد یا خمیده است)، این گزینه به کار نمی آید.
- گزینه Random باعث می شود هر لایه از نقطه به صورت تصادفی آغاز شود. معمولاً این کار باعث میشود Z-Seam به کلی از بین برود ولی باعث بالا رفتن زمان چاپ میشود زیرا Print Head دستگاه برای شروع هر لایه باید در نقطه جدیدی قرار بگیرد و این زمان بر است. پس با توجه به اهمیت کیفیت سطح قطعه، درباره فعالسازی آن تصمیم بگیرید.

✓ تنظیم Fill Gaps Between Walls در بخش Shell مانع ایجاد شکاف در سطح قطعه می شود:



بعضی مواقع که شما یک دیواره نازک را با Cura پرینت می کنید، فضای بین دیواره داخلی و دیواره خارجی خالی می ماند؛ این اتفاق ممکن است زمانی رخ دهد که عرض دیواره شما، رقمی بین چند برابر عرض خط (قطر نازل پرینتر) است. بصورت پیش فرض نرم افزار Cura، دیواره های داخلی و خارجی را پر نشده می گذارد تا مبادا ترموپلاستیک زیادی در آن بخش از جسم وارد شود. اما این به این معنی نیز هست که شکاف، در پرینت نهایی قابل رویت است. تنظیم Fill Gaps Between Walls به شما اجازه می دهد تا وجود این شکاف ها را کنترل کنید.

نکته: این تنظیم نیز به صورت پیش فرض پنهان است و ابتدا باید آن را فعال کنید تا در زیر تنظیمات Shell ظاهر شود.

برای fill gap دو انتخاب وجود دارد: Nowhere و Everywhere

- Nowhere را انتخاب کنید، Cura هیچ شکافی را پر نمی کند.
- Everywhere را انتخاب کنید، Cura تمام شکافها روی دیواره های پرینت را پر می کند و پوسته بیرونی مدل شما تا حد ممکن محکم می شود.

✓ **تنظیم Alternate Extra Walls** به شما اجازه میدهد به دیواره های بیرونی استحکام بیشتری ببخشید، بدون این که روی سرعت چاپ تاثیر بگذارد.

پیش تر، در مورد این که چگونه با اضافه کردن چند دیوار، یک مدل را قوی تر و با دوام تر بسازیم، صحبت کردیم. (برای مثال افزایش ضخامت دیوار تا چند برابر قطر نازل). با این حال، هر چه دیوار ضخیم تر باشد، زمان پرینت نیز طولانی تر است. نرم افزار Cura با تنظیم Alternate Extra Walls، پیشنهاد برقراری یک توازن بین ضخامت و سرعت را می دهد. زمانی که این گزینه را انتخاب کنید، نرم افزار Cura یک پوسته داخلی به هر لایه اضافه می کند. به طور مثال، اگر پرینتر سه بعدی شما بر روی دو برابر قطر نازل تنظیم باشد، Alternate Extra Walls یک قطر نازل اضافه دیگر به هر لایه می افزاید.

#### • Speed: سرعت چاپ:

✓ **تنظیم Wall Speed** باعث بهبود سطح نهایی پرینت قطعه میشود.

اگر هنوز از سطح بیرونی قطعه راضی نیستید، یک ترفند دیگر باقیمانده است. یک تنظیم پنهان به نام Wall Speed در زیر بخش Speed وجود دارد. این تنظیم، سرعت Print head را در زمانی که مشغول ساخت دیوارهاست، کنترل می کند. دو تنظیم جداگانه برای دیواره های داخلی و خارجی وجود دارد: در حالت پیش فرض سرعت دیوار خارجی 30 میلیمتر در ثانیه است. تنظیم سرعت دیوارهای خارجی کمی پایین تر از حالت پیش فرض (سعی کنید به 10 میلیمتر در ثانیه کاهش دهید) می تواند سطح نهایی قطعه را بهبود ببخشد. البته، فراموش نکنید پایین آوردن سرعت دیواره های خارجی به معنی بالا رفتن زمان پرینت است، پس حواستان به این مورد باشد.

✓ **کنترل Overall Print Speed** روی زمان و کیفیت چاپ تاثیر می گذارد:

پرینت سه بعدی، مانند پرینت اسناد کاغذی و مدارک - فوری و سریع - نیست! چاپ یک مدل معمولی مانند یک ماگ قهوه خوری، چند ساعت طول می کشد. زمان طولانی پرینت می تواند برای بعضی افراد خسته کننده باشد؛ بنابراین، نرم افزار اسلایسر Cura تنظیمی را برای کنترل کلی سرعت پرینت ارائه می کند (به طور کلی Print Speed نامیده می شود). همچنین تنظیمات جداگانه دیگری نیز، برای کنترل سرعت ساختارهای خاص مانند دیواره ها، پرشوندگی و ساپورت و غیره دارد.



به عنوان یک قانون، تنظیمات خاص در نرم افزار Cura همیشه تنظیم کلی سرعت (Print Speed) را تحت تاثیر قرار می دهد. در این بخش، ما می خواهیم در مورد تنظیم سرعت کلی و تاثیرات آن حرف بزنیم.

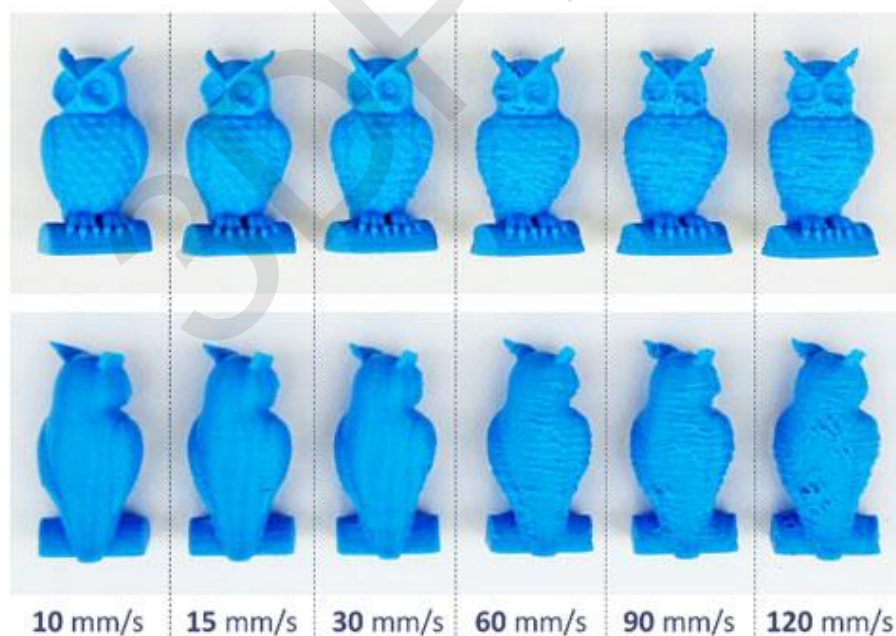
### ✓ تنظیم Print Speed زمان چاپ را کنترل می کند و روی کیفیت چاپ اثر می گذارد:

تنظیم Print Speed را می توانید زیر بخش Speed در تنظیمات Custom پیدا کنید. این تنظیم به سرعت حرکت Print Head در طول چاپ اشاره می کند. مقدار پیش فرض ۶۰ میلی متر در ثانیه است.

برای کاهش زمان پرینت، به سادگی سرعت را افزایش دهید. با این وجود، باید حواستان باشد که بالا بردن سرعت روی چیزهای دیگر تاثیر می گذارد و شما باید تنظیمات لازم مربوطه را انجام دهید (سرعت بیشتر، احتمال خطای چاپ در مدل های پیچیده را افزایش می دهد).

زمانی که Print Head سریع تر حرکت میکند - ممکن است فیلامنت، زمان کافی برای ذوب شدن مناسب را نداشته باشد. این اتفاق معمولاً در مدل های نازک و شکننده پیش می آید. شما می توانید دمای اکسترودر را بالا ببرید تا پلاستیک به اندازه کافی ذوب شود و به این روش مشکل را حل کنید (البته با توجه به استاندارد متریال ترموپلاستیک مصرفی دما را افزایش دهید).

بالا بودن سرعت پرینت باعث می شود که Print Head در حین کار تکان های شدیدتری بخورد. این امر ممکن است سبب ایجاد موج در سطح مدل شود. بنابراین، بالا بودن سرعت معمولاً تاثیرات معکوس در رابطه با کیفیت دارد.



Effect of print speed on print quality



معمولا پیشنهاد می شود که برای پیدا کردن سرعت مطلوب در Cura، به صورت تجربی و با بالا بردن پله ای سرعت (هر بار ۵ میلیمتر در ثانیه) عمل کنید. به این معنی که، سرعت ۶۵ میلیمتر در ثانیه را امتحان کنید، اگر نتیجه راضی کننده بود، سرعت را تا ۷۰ میلیمتر در ثانیه بالا ببرید. در یک نقطه، کیفیت چاپ دیگر قابل قبول نیست. حالا می توانید تنظیم Print Speed را ۵ میلیمتر در ثانیه کمتر از حالت قبلی قرار دهید.

### ✓ جلوگیری از خنک شدن بیش از حد با استفاده از تنظیم Fan Speed

فیلامنت اکستروود شده تا زمان خنک شدن نرم می ماند. بنابراین، بسیاری از پرینترهای سه بعدی از فن خنک کننده استفاده می کنند تا مواد را پیش از اینکه تغییر حالت دهند، سفت کنند. یک سیستم خنک کننده خوب از خراب شدن لایه آخر نیز جلوگیری میکند زیرا لایه جدید و داغ روی آن می گیرد.

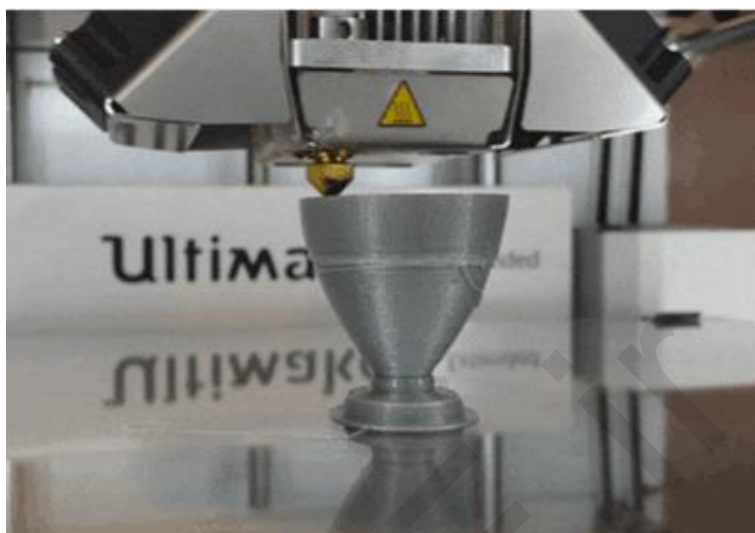
نرم افزار Cura به غیر از لایه اول، در حالت پیش فرض فن را فعال می کند. لایه اول به این دلیل خنک نمی شود که ممکن است روی چسبندگی بستر چاپ اثر بگذارد. تمام لایه های بعدی با فن روشن چاپ می شوند.

با این وجود، فن روشن ممکن است باعث شود که نازل به دمای کافی برای ذوب کردن فیلامنت نرسد. به این مورد خنک شدن بیش از حد میگویند. اگر این اتفاق رخ دهد، پرینتر کار را متوقف کرده و پیغامی برای شما ارسال می کند با این مضمون که نازل نمی تواند به دمای لازم برسد.

نرم افزار Cura برای حل این مشکل از طریق تنظیم Fan Speed راهکاری را پیشنهاد می کند. این تنظیم پنهان است و زیر مجموعه بخش Cooling قرار می گیرد. پس طبق معمول ابتدا باید آن را قابل رویت کنید تا ظاهر شود.

مقدار این تنظیم، نسبت به حداکثر سرعت فن و به صورت درصد نشان داده می شود. اگر می خواهید این تنظیم را در Cura انجام دهید با ۸۰ درصد شروع کنید. متوجه باشید که تنظیم زیر ۲۰ درصد ممکن است قدرت کافی برای چرخش را به فن ندهد.

### ✓ جلوگیری از انحراف لایه ها با استفاده از تنظیم Minimum Layer Time



در چاپ قطعات کوچک، یک لایه به سرعت چاپ می شود و ممکن است فن به اندازه کافی زمان نداشته باشد تا آنرا قبل از آمدن لایه بعدی خنک کند؛ در چنین مواقعی، لایه کوچک زیرین به دلیل گرمای لایه بعدی، دچار پیچش و انحراف می‌گردد. نتیجه این که پرینت شما خراب میشود!

برای حل این مشکل می توانید از تنظیم Minimum Layer Time استفاده کنید. این تنظیم پنهان است و زیرمجموعه بخش Cooling است. با استفاده از آن شما به فن، زمان بیشتری می دهید تا لایه های کوچک را خنک کند. مقدار اندازه گیری این تنظیم، حداقل زمان لازم برای پرینت یک لایه است. برای لایه های کوچک، Cura سرعت پرینت را پایین می آورد تا پرینت لایه در حداقل زمان تنظیمی انجام شود. مقدار پیش فرض این تنظیم ۵ ثانیه است. اگر شما با مشکل پیچش و انحراف لایه های کوچک مواجه هستید، حداقل زمان را به ۱۰ ثانیه افزایش دهید. سپس این کار به صورت پله ای و اضافه کردن ۵ ثانیه ادامه دهید تا زمان مناسب را بیابید.

### ✓ غیر فعال کردن خنک کننده برای فیلامنت هایی که به آن نیاز ندارند:

برخی از مواد مانند فیلامنت Nylon، Polycarbonate و PET+ برای چاپ نیاز به هوای ساکن دارند. این مواد در زمان خنک شدن به شدت منقبض می شوند؛ پس اگر در زمان چاپ با این مواد سیستم خنک کننده روشن باشد، در انتها مدل دارای پیچش و انحراف خواهد شد. معمولاً در زمان کار با این متریالها باید سیستم خنک کننده را خاموش کنید. به سادگی در زیرمجموعه بخش Cooling به دنبال گزینه Enable Print Cooling بگردید و تیک کنار آن را بردارید. وقتی این کار را انجام دهید Cura سیستم خنک کننده را خاموش می کند.

## ✓ جلوگیری از Warping با استفاده از Build Plate Adhesion و دیگر پارامترهایش



زمانی که ترموپلاستیکها از نازل خارج میشوند، ابتدا به آرامی منبسط خواهند شد اما به دلیل خنک شدن کم کم منقبض میگردند. اگر این انقباض زیاد شود، باعث می شود از بستر چاپ جدا شده و به سمت بالا خم شوند. به این پدیده در زبان پرینت سه بعدی، Warping یا تاب برداشتن می گویند (عکس بالا). برخی از مواد بیشتر منقبض می شوند (برای مثال ABS, PET+, Nylon از PLA انقباض بیشتری دارند). یعنی در کار با این مواد احتمال تاب برداشتن بیشتر است.

نرم افزار Cura برای جلوگیری از Warping تنظیماتی دارد. مهم ترین آنها، تنظیم Build Plate Adhesion Type در زیر مجموعه بخش Build Plate Adhesion است. برای این تنظیم سه انتخاب وجود دارد که عبارتند از:

- **Skirt**

- **Brim**

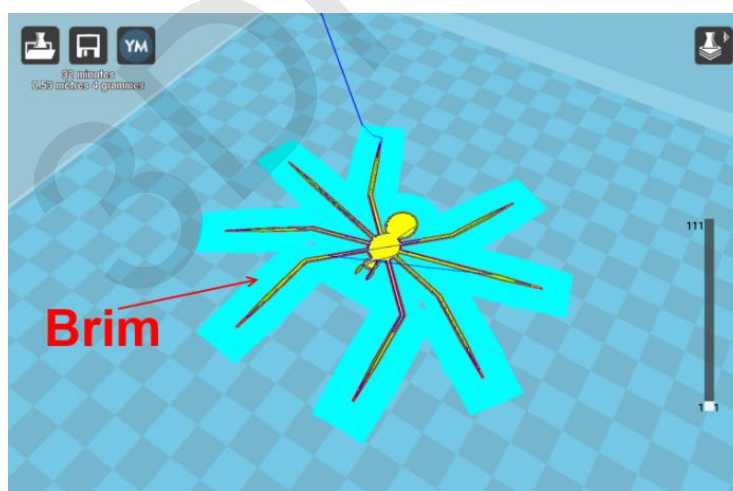
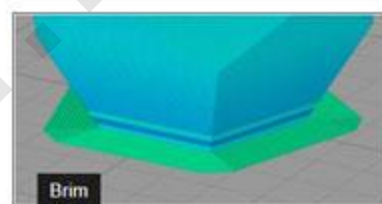
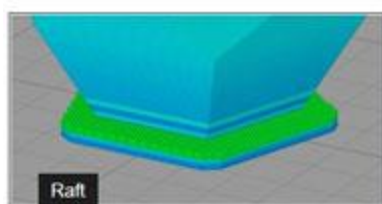
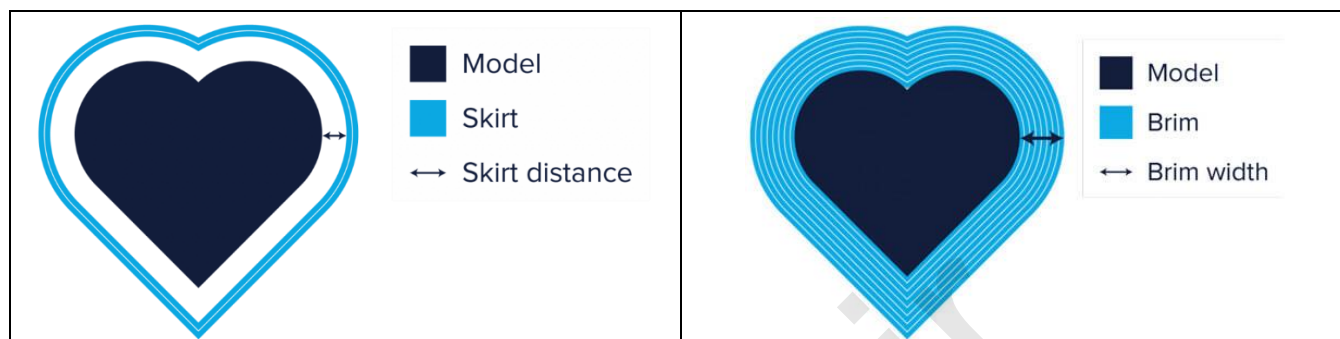
- **Raft**

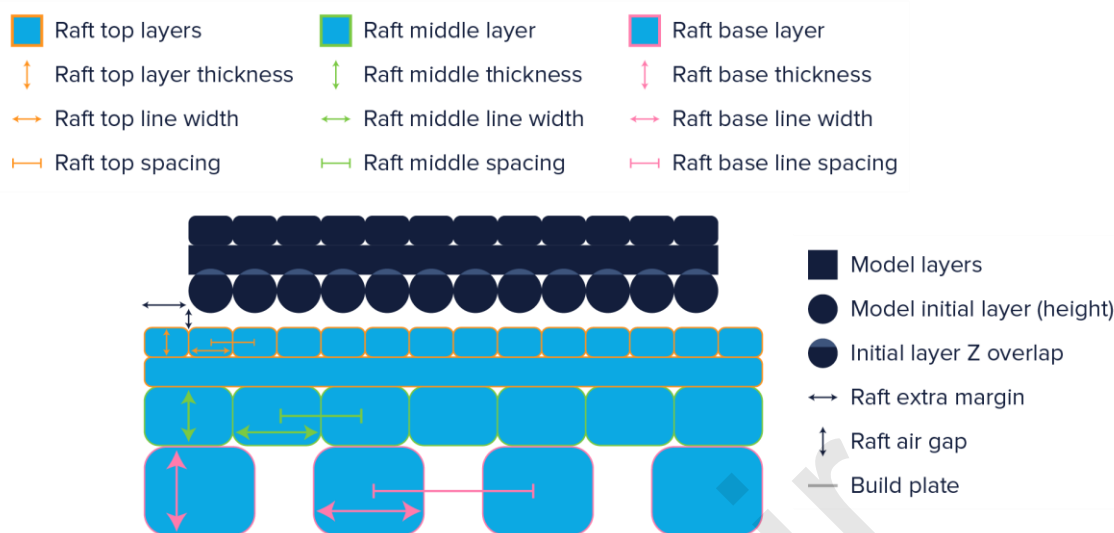
در نرم افزار Cura، گزینه Skirt معمولاً انتخاب پیش فرض است. این یک خط در اطراف لایه اول است که به اکسترودر کمک میکند تا برای پرینت آماده شود؛ پس هیچ تاثیر در چسبندگی قطعه شما ندارد و تنها تست درستی شروع چاپ محسوب میشود.

زمانی که گزینه Brim را انتخاب می کنید، Cura یک لایه ضخیم و مسطح را در اطراف مدل ایجاد می کند (مماس به لبه های قطعه تا اثرگذاری روی قطعه به کمترین میزان برسد) که در زمان خنک شدن در برابر نیروی فشار به بالا مقاومت خواهد کرد. از آنجا که Brim یک لایه ضخیم در اطراف قطعه است، برداشتن آن پس از پایان چاپ، کار ساده ای است.

برای متریالهای بدقلقی مثل ABS یا PETG و در اکثر مدلهای سه بعدی، Brim برای جلوگیری از تاب خوردگی کافی نیست! در اینجور مواقع استفاده از گزینه Raft توصیه میشود. گزینه Raft یک شبکه ضخیم بین مدل و بستر چاپ اضافه میکند تا اطمینان حاصل شود که گرما به صورت مساوی توزیع می شود (در واقع اول این لایه مثل یک فرش روی بستر قرار گرفته و سپس قطعه روی آن ساخته میشود). این روش به خصوص در زمانی که انتهای مدل صاف نیست و اتصال به بستر ضعیف است بسیار مفید واقع میشود. البته دقت کنید که اثر لایه Raft روی کف

قطعه اجتناب ناپذیر است بنابراین بخشی را بعنوان کف قطعه در نظر بگیرید که نیازی به دقت صنعتی بالا یا زیبایی ظاهری ندارد (توجه کنید که تغییر وجه هندسی قطعه در بستر، تاثیر زیادی روی فرآیند ساپورت گذاری و مصرف متریال و زمان پرینت دارد؛ پس تعادلی بین انتخاب کف قطعه و وجهی که ساپورت روی آن انجام خواهد شد برقرار کنید).





مفهوم پارامترهای لایه Raft در نرم افزار Cura

بخش Build Plate Adhesion تنها چیزی نیست که برای جلوگیری از تاب خوردگی وجود دارد. در ادامه چند مورد دیگر از تنظیماتی که در این زمینه کمک می کنند را می آوریم؛

### روشهای دیگری برای جلوگیری از خطای Warping با کمک Cura

- 1) اگر لایه اول ضخیم تر باشد، اغلب چسبندگی را ساده تر می کند. شما می توانید لایه اول را با استفاده از تنظیم Initial Layer Height ضخیم تر کنید. این یک تنظیم پنهان است که زیرمجموعه بخش Quality قرار می گیرد. حواستان باشد که مقدار گزینه را روی عددی بالاتر از آنچه برای Layer Height انتخاب کرده اید، تنظیم کنید.
- 2) این بسیار مهم است که سرعت پرینت لایه اول خیلی بالا نباشد زیرا ممکن است مواد به نازل بچسبند و به جای اینکه روی بستر چاپ قرار بگیرند، همراه آن کشیده شوند. برای پایین آوردن سرعت چاپ اولین لایه، ابتدا تنظیم Initial Layer Speed را در زیرمجموعه بخش Speed قابل رویت کنید. سپس سرعت را از حالت پیش فرض کمتر کنید.
- 3) تنظیم دیگری در Cura به نام Number of Slower Layers موجود است که می تواند به چسبندگی بهتر بستر چاپ کمک کند. این تنظیم - سرعت پرینت لایه های پایینی را کم کرده و تعداد لایه ها را قبل از رسیدن پرینتر به سرعت چاپ تعیین میکند. سرعت، بر اساس

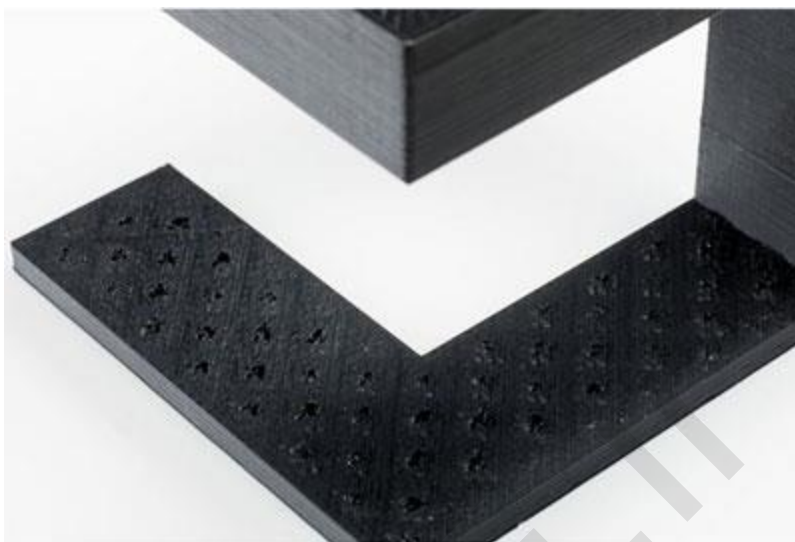
سرعت لایه اولیه و سرعت بعدی پرینت، با یک شیب خطی در تعداد لایه هایی که شما در تنظیم Number of Slow Layers تعیین کرده اید، اوج می گیرد. تنظیم تعداد لایه های بیشتر می تواند شانس تاب خوردگی را کمتر کند اما زمان چاپ را به طرز چشمگیری افزایش می دهد.

4) همانطور که پیش تر گفته شد، فن خنک کننده در چاپ لایه اول خاموش است تا از چسبندگی بستر چاپ اطمینان حاصل شود. نرم افزار Cura یک تنظیم دیگر به نام Regular Fan Speed At Height دارد. این تنظیم فن را به صورت تدریجی روشن می کند. یعنی فن در لایه اول خاموش است و در لایه های بالایی به حداکثر قدرت می رسد. می توان گفت که این تنظیم همان Number of Slower Layers است ولی این بار برای سیستم خنک کننده. این تنظیم نیز پنهان است و باید آنرا قابل رویت کنید. مقدار کمی بیشتر از حالت پیش فرض را امتحان کنید و این مورد باید به چسبندگی بستر چاپ کمک کند.

#### ✓ ابتدا مشکلات سخت افزاری را رفع کنید:

توجه داشته باشید که مشکلات تاب خوردگی، انحراف لایه ... میتواند دلایل زیادی مانند کالیبراسیون اشتباه، محورهای حرکتی لق، بستر چاپ کج و دمای ناکافی بعلت خطای درایور اکسترودر یا هیتتر خراب باشد. این موارد در حوزه کاری نرم افزار Cura نیستند و شما باید پیش از کلنچار رفتن با این نرم افزار از سالم بودن سخت افزاری دستگاه مطمئن شوید!

## ✓ جلوگیری از Pillowing با استفاده از ترکیب تنظیمات Cooling، Shell و Quality



بعضی مواقع، سطح بالایی مدل به خوبی پرینت نمی شود و دارای برآمدگی ها و فرورفتگی هایی است. به این پدیده در زبان پرینت سه بعدی Pillowing یا بالشی شدن یا سوراخ پشته گفته می شود. این خطا بیشتر به دلیل تنظیمات نادرست در بخش های Shell، Cooling و Quality رخ می دهد. اینجا راه حل این مشکل به وسیله نرم افزار Cura را توضیح می دهیم:

این خطا را می توان به بهترین نحو با استفاده از تنظیم پنهان Top/Bottom Thickness در زیر مجموعه بخش Shell حل کرد. مانند تمام تنظیمات پنهان دیگر باید ابتدا آنرا قابل دیدن کنید تا ظاهر شود.

برای ساخت سطح بالایی صاف و صیقلی، مهم است که این سطح به اندازه کافی ضخیم باشد. زمانی که سطح بالایی نازک باشد شما شاهد سوراخ هایی در آن خواهید بود. برای حل این معضل به سادگی Top Thickness را بالا ببرید. ضخامت پیشنهادی شش برابر ارتفاع لایه ها است. پس اگر ارتفاع لایه شما ۰/۱ میلیمتر است، Top Thickness باید ۰/۶ میلیمتر یا بیشتر باشد.

اما Top Thickness تنها فاکتور در مورد Pillowing نیست. بعضی مواقع، کم بودن خنک کنندگی می تواند مسبب این مشکل باشد. اگر پلاستیک به خوبی خنک نشود، ممکن است خطوطی که Infill هستند دچار فرورفتگی یا برآمدگی شوند. به این معنی که سطح ناهموار ایجاد شده برای لایه بعدی که روی آن قرار می گیرد نیز ایجاد مشکل می کند و این روند تا سطح بالایی ادامه می یابد.

بنابراین، اگر افزایش Top Thickness به تنهایی مشکل را حل نکرد، بالا بردن سرعت فن Fan Speed را از بخش Cooling امتحان کنید. به نظر می رسد که این مشکل بیشتر برای لایه های نازک پیش می آید، پس افزایش ارتفاع لایه ها نیز می تواند کمک کننده باشد.



✓ جلوگیری از Stringing یا رشته رشته شدن با استفاده از تنظیم پارامترهای Material و Print



Stringing in action

Stringing در اکثر چاپهای کاربران دیده میشود و در بعضی مواقع اثر چندان بدی ندارد، آنقدر که برخی افراد آنرا فرآیندی طبیعی در پرینت سه بعدی میدانند! (چون حل این خطا پرچالش و پیچیده است و یک روند کلی ساده ندارد). در هر حال، این مسئله را به عنوان یک مشکل عمومی در نظر بگیرید.

در این خطا، رشته های ظریف یا ضخیم ترموپلاستیک را در جایی که نباید باشند، پیدا می کنید. معمولا این مشکل زمانی اتفاق می افتد که اکسترودر در زمان حرکت (بدون اکستروود کردن)، نشستی دارد.

برای خلاصی از دست این خطای بسیار آزاردهنده - در نرم افزار Cura، باید پارامتر Retraction یا پس کششی متریاال به دقت تنظیم شود. Retraction اساسا به معنی این است که در حرکت های طولانی Print Head، تغذیه کننده فیلامنت را به عقب میکشد (در واقع مکث میکند تا فیلامنت جریان نیابد). این کار در جلوگیری از نشستی فیلامنت موثر است. برای فعال کردن این تنظیم، در زیرمجموعه بخش Material به دنبال کادر Enable Retraction بگردید. مطمئن شوید که تیک خورده است (به صورت پیش فرض باید تیک خورده باشد).

گاهی فعال کردن این تنظیم به تنهایی نمیتواند از رشته رشته شدن جلوگیری کند و شما مجبور هستید برای حل این مشکل از تغییر در دما و سرعت چاپ یا استفاده از فیلامنتی با کیفیت تر هم بهره ببرید؛ همچنین در نرم افزار Cura گزینه های Prime Tower و ooze shield نیز برای کاهش خطای Stringing تست شوند (در انتهای این کتاب در مبحث پرینت دو نازل، هر دو گزینه توضیح داده شده اند).

همین چند پارامتری بودن خطای Stringing با توجه به هندسه قطعه، حل آنرا پیچیده و اعصاب خوردکن کرده است.



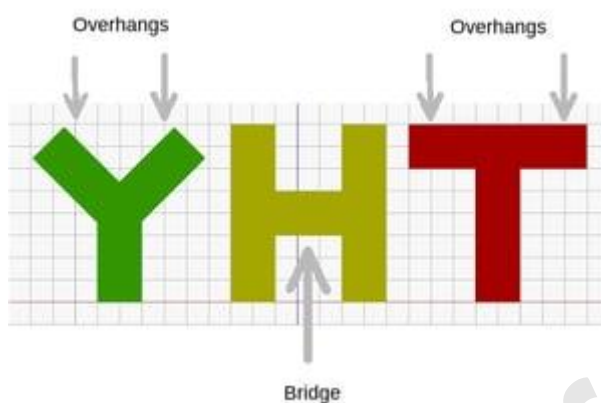
### ✓ تغییر در دما و سرعت برای رهایی از Stringing در Cura

وقتی صحبت از نشتی فیلامنت است، دما نقش پر رنگی ایفا میکند: اگر دما خیلی بالا باشد، فیلامنت بیش از حد، مایع شده و شروع به چکه کردن از نازل می کند. بنابراین، پایین آوردن دمای چاپ قدمی موثر در جلوگیری از این اتفاق است. شما می توانید تنظیم **Printer Temperature** را در زیرمجموعه **Material** پیدا کنید. گفتن این که چه دمایی مناسب است، کار سختی است؛ این دما به شدت به نوع فیلامنت بستگی دارد. تلاش کنید دما را به صورت پله ای، هر بار ۱۰ درجه کاهش دهید تا دمای مناسب را بیابید.

یادتان باشد زمانی که شما دما را کاهش می دهید، احتمال این هست که مواد اکستروژن نشوند. پیش تر در مورد ارتباط بین دما و سرعت پرینت صحبت کردیم و اینکه چطور برای رسیدن به نتیجه دلخواه این دو فاکتور باید با هم هماهنگ باشند. پس زمانی که دما را کاهش میدهید، حواستان باشد که سرعت را نیز کم کنید.

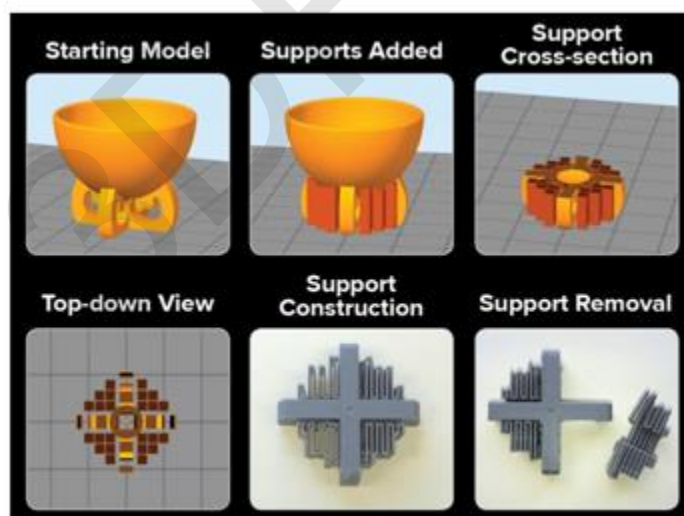
زیاد کردن **Travel Speed** در زیرمجموعه بخش **Speed** نیز ممکن است کمک حال باشد. در این حالت **Print Head** با سرعت بیشتری حرکت می کند و مواد برای چکه کردن از نازل زمان کمتری دارند. سرعت حرکت ۲۰۰ میلیمتر در ثانیه باید برای اکثر پرینترها مناسب باشد.

- پارامترهای مرتبط با ساپورت یا بافت نگهدارنده در نرم افزار Cura



✓ کمیت Support Structures روی موفقیت پرینت هایی با Overhangs یا برآمدگی تاثیر دارد:

بسیاری از مدل های سه بعدی برآمدگی یا قوس دارند. این قطعات برای موفقیت نیاز به Support Instructions یا ساختارهای پشتیبان (نگه دارنده) دارند. نرم افزار Cura در اغلب موارد این ساختارها را به صورت خودکار تولید می کند. زمانی که کار چاپ به پایان رسید می توان این ساختارها را از روی مدل به وسیله دست یا انبرک کند و حذف کرد.



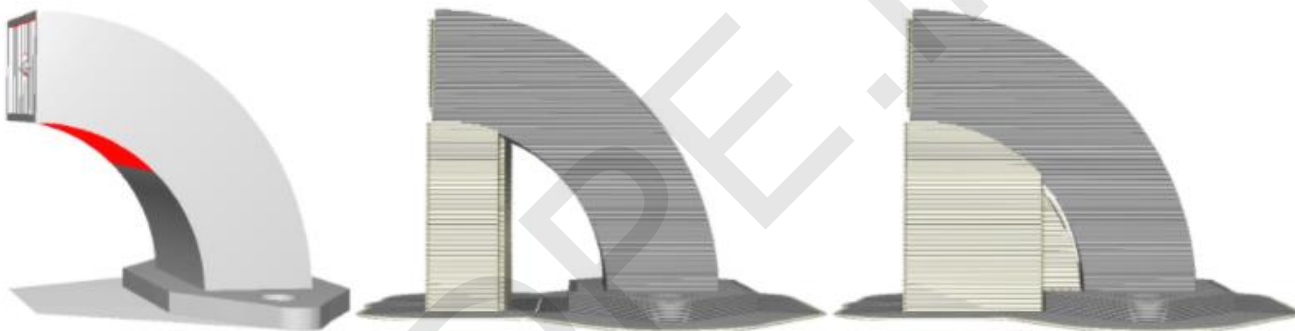
به علت اهمیت بحث ساپورت در چاپ سه بعدی، تصمیم گرفتیم پارامترهای این بخش از نرم افزار «کیورا» را واضح شرح دهیم.

زمانی که از ساختارهای پشتیبان استفاده میکنید، اغلب سه مسئله پیش می آید:

- آیا ساختارهای پشتیبان به درستی قرار گرفته اند و قدرت کافی برای ایجاد استحکام لازم در طول پرینت را دارند؟
- آیا ساختارهای پشتیبان بعد از اتمام کار به راحتی قابل حذف هستند؟
- آیا ساختارهای پشتیبان برآمدگی ها را در سطح نهایی پرینت خراب می کنند؟

نرم افزار Cura یک قسمت تنظیمات مخصوص این ساختارها را در زیرمجموعه بخش Support ارائه می کند. با استفاده از این تنظیمات شما می توانید ساختارهای پشتیبانی بسازید که استحکام لازم را فراهم می کنند، به راحتی حذف می شوند و روی سطح نهایی کار کمترین تاثیر را بگذارند.

✓ از کجا متوجه می شوید که مدل شما نیاز به ساختار ساپورت دارد؟



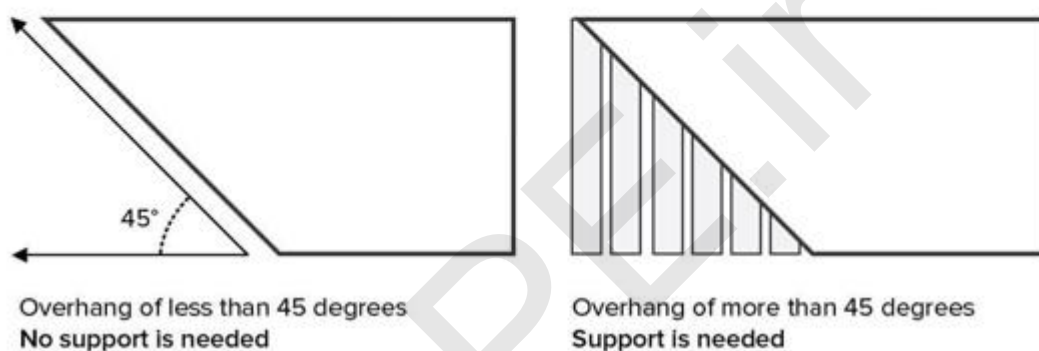
نرم افزار Cura این کار را آسان کرده است. همین که مدل خود را در نرم افزار بارگذاری کردید و در فضای ساخت قرار دادید، به دنبال قسمتهایی که رنگ قرمز دارند بگردید. آنها قسمت هایی هستند که Cura آنها را ناپایدار تشخیص داده است. متوجه باشید که برخی قسمتها را تا زمانی که دوربین را نچرخانید، قابل مشاهده نیستند.

اگر بخش پایینی یک قسمت از مدل قرمز است، جایی که مدل فضای ساخت را لمس می کند، جای نگرانی وجود ندارد، معمولاً بستر چاپ این مشکل را به عهده می گیرد. مناطق کوچک قرمز رنگ در بالای سوراخ ها یا بین دو ساختار که به آنها Bridge یا پل گفته میشود نیز توسط Cura به صورت خودکار اداره می شود.

اگر جای دیگری به رنگ قرمز در آمده، حالا جای نگرانی است. برای شروع، شما باید تولید خودکار ساختار پشتیبان را فعال کنید تا خیالتان راحت باشد که پرینت به خوبی انجام می شود. برای این کار، به سادگی کادر کنار Generate Support را در زیرمجموعه بخش Support تیک بزنید.

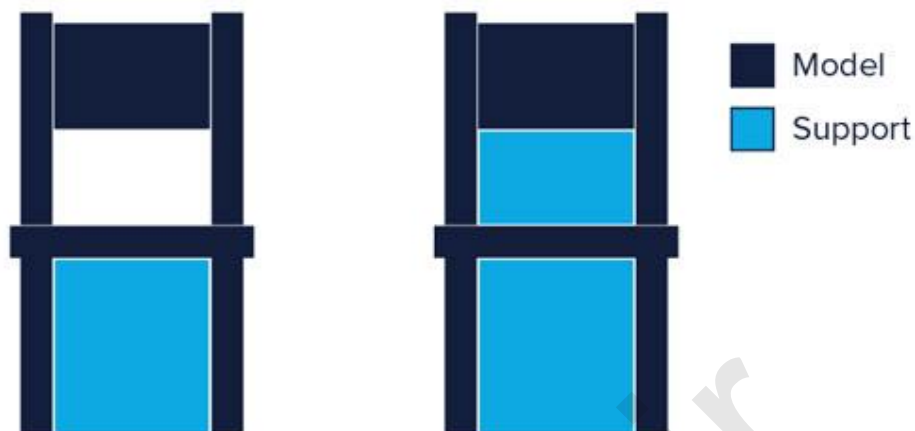
حالا شما گزینه تولید خودکار ساختارهای پشتیبان را تیک زده اید اما احتمالاً هیچ تغییری در ظاهر مدل ایجاد نشده است؛ به خاطر این است که Cura ساختارهای پشتیبان را در حالت پیش فرض Solid نشان نمی دهد. برای دیدن ساختارهای تولید شده، حالت دیدن نرم افزار را به Layer View تغییر دهید. مواد پشتیبان (خطوط و حجم ها) نمایش داده می شوند. حالا با حرکت دادن نوار لغزنده Layer می توانید جاهایی که نرم افزار ساختار پشتیبان به آنها اضافه کرده را ببینید.

### قانون ساپورت گذاری در پرینت سه بعدی: Y H T



✓ پارامتر Fan speed override و تاثیر روی کیفیت ساپورت: وقتی این گزینه فعال شود، سرعت فن خنک کننده چاپ در بخش بالایی دیواره ساپورت تغییر میکند؛ سرعت فن بیشتر باعث راحت تر کندن شدن ساپورت در این بخش میشود.

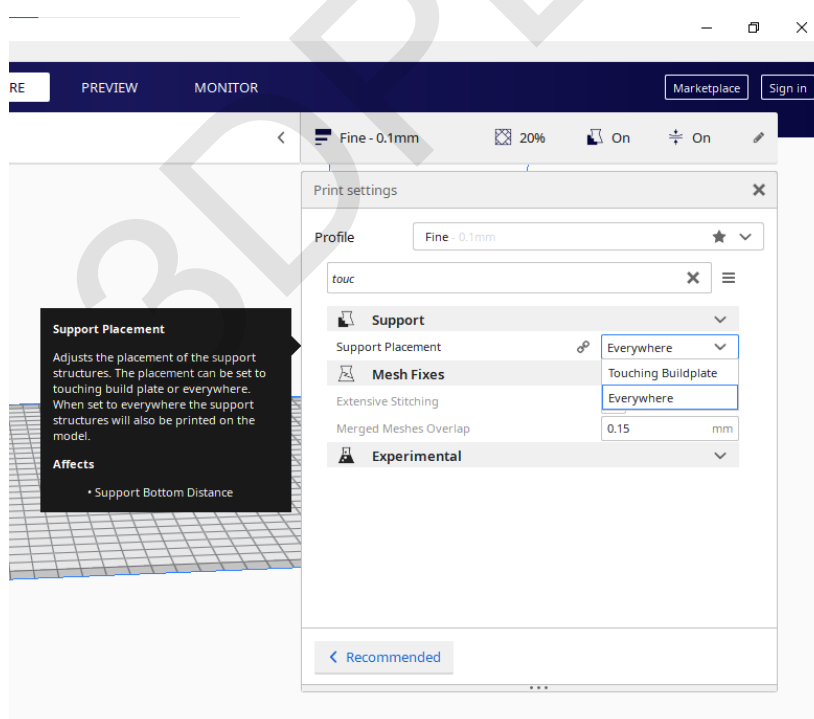
✓ جای قرار گیری ساختارهای پشتیبان را کنترل کنید:



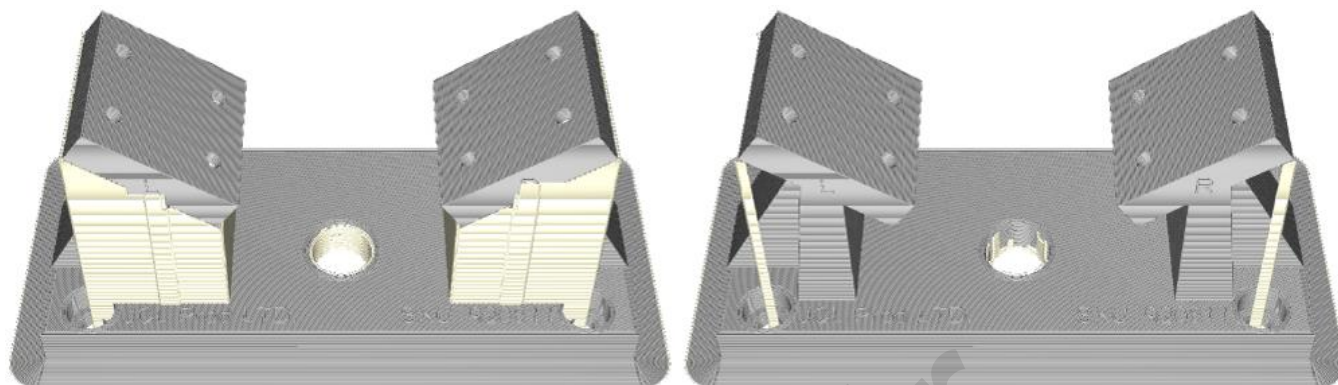
Two types of support structure placement in Cura : Everywhere and Touching Buildplate

زمانیکه شما ساختارهای ساپورت را فعال می کنید، یک تنظیم به نام Support Placement به صورت خودکار زیر بخش Support ظاهر می شود. این تنظیم به شما اجازه می دهد که محل قرار گیری ساپورتها را خیلی دقیق کنترل کنید. دو انتخاب وجود دارد:

Touching Build-Plate و Everywhere



معمولا در Cura گزینه Everywhere به صورت پیش فرض انتخاب شده است

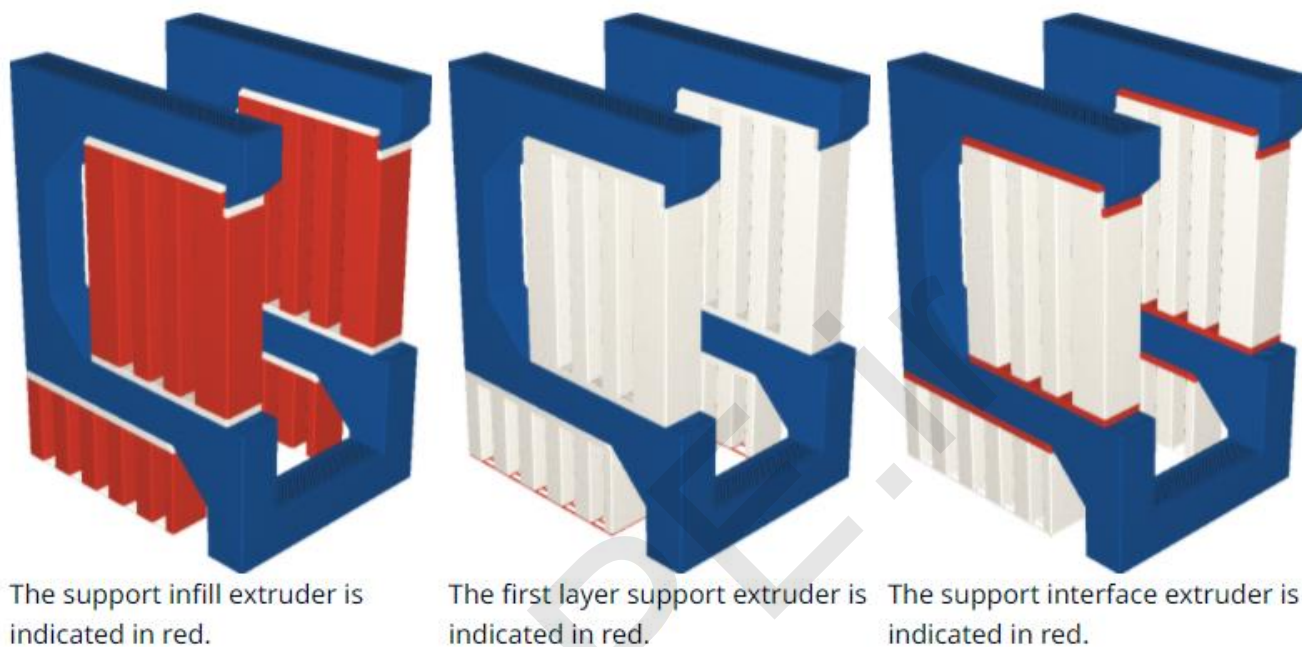


زمانیکه گزینه *Everywhere* فعال است، نرم افزار Cura تلاش می کند در هر جا که لازم می داند ساختار نگهدارنده بسازد. به این معنی که نه تنها ساختارهای پشتیبانی بر روی بستر ساخت تولید شده و قرار گرفته اند بلکه ساختارهای دیگری هم هستند که از بدنه اصلی به عنوان پایه استفاده می کنند. این گزینه معمولاً منطقی به نظر می رسد زیرا مطمئن می شوید که در هر جایی که نیاز بوده، ساختار پشتیبان قرار گرفته است. با این وجود، اگر گزینه *Everywhere* برای مدل‌های پیچیده فعال باشد، ممکن است در انتها کل قطعه شما در داخل ساپورت‌ها بسته بندی شود! اگر نمی خواهید این اتفاق بیفتد، به سادگی تنظیم *Placement* را روی گزینه *Touching Buildplate* قرار دهید. این کار باعث می شود که ساختارهای ساپورت مختصراً تنها در زیر برآمدگی‌ها و بین بستر چاپ و مدل قرار بگیرند.

#### ✓ **Enable Support Roof** می تواند سطح نهایی کار را بهبود بخشد اما با صرف هزینه:

از آنجا که برآمدگی‌های مدل همیشه بالای ساختارهای ساپورت ساخته میشوند، شما همیشه بهترین سطح نهایی را در این قسمت‌ها تحویل نمی گیرید. تنظیم *Enable Support Roof* در این کار به شما کمک می کند. سقف پشتیبان یا *Support Roof* - یک پوسته متراکم است که در بالای ساختار پشتیبان قرار می گیرد ولی با سطح نهایی برآمدگی‌ها چندان تماس ندارد. اگر شما این تنظیم را با زدن تیک در کادر کنار آن فعال کنید، معمولاً کیفیت بهتری تحویل می گیرید.

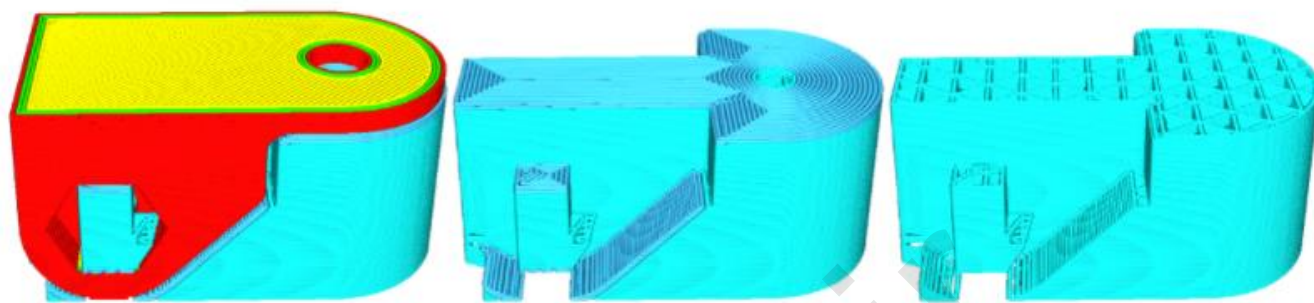
✓ مفهوم کمیت‌های ساپورت در نرم افزار Cura



چاپگرهای سه بعدی اکسترودر دوگانه امکان ایجاد تکیه گاههای محلول در آب را در نرم افزار Cura ارائه می دهند. برای استفاده از این ویژگی ، می توانید مشخص کنید که کدام قسمت از پشتیبانی با کدام اکسترودر چاپ می شود. تنظیمات به موارد زیر تقسیم می شود:

*Support infill extruder - First layer support extruder - Support interface extruder - Support roof extruder- Support floor extruder*

در بخش انتهایی این کتاب درباره پرینت سه بعدی دو نازل و ساپورت با اکسترودر دوم توضیح خواهیم داد.



مفهوم support interface و زیر پارامترهای مرتبط : در عکس فوق - مدل سمت چپ، کمیت غیرفعال بوده در حالی که در سمت راست قطعه با فعال بودن این پارامتر پرینت شده است.

- *Support interface thickness*
- *Support interface resolution*
- *Support interface density | line distance*
- *Support roof pattern*



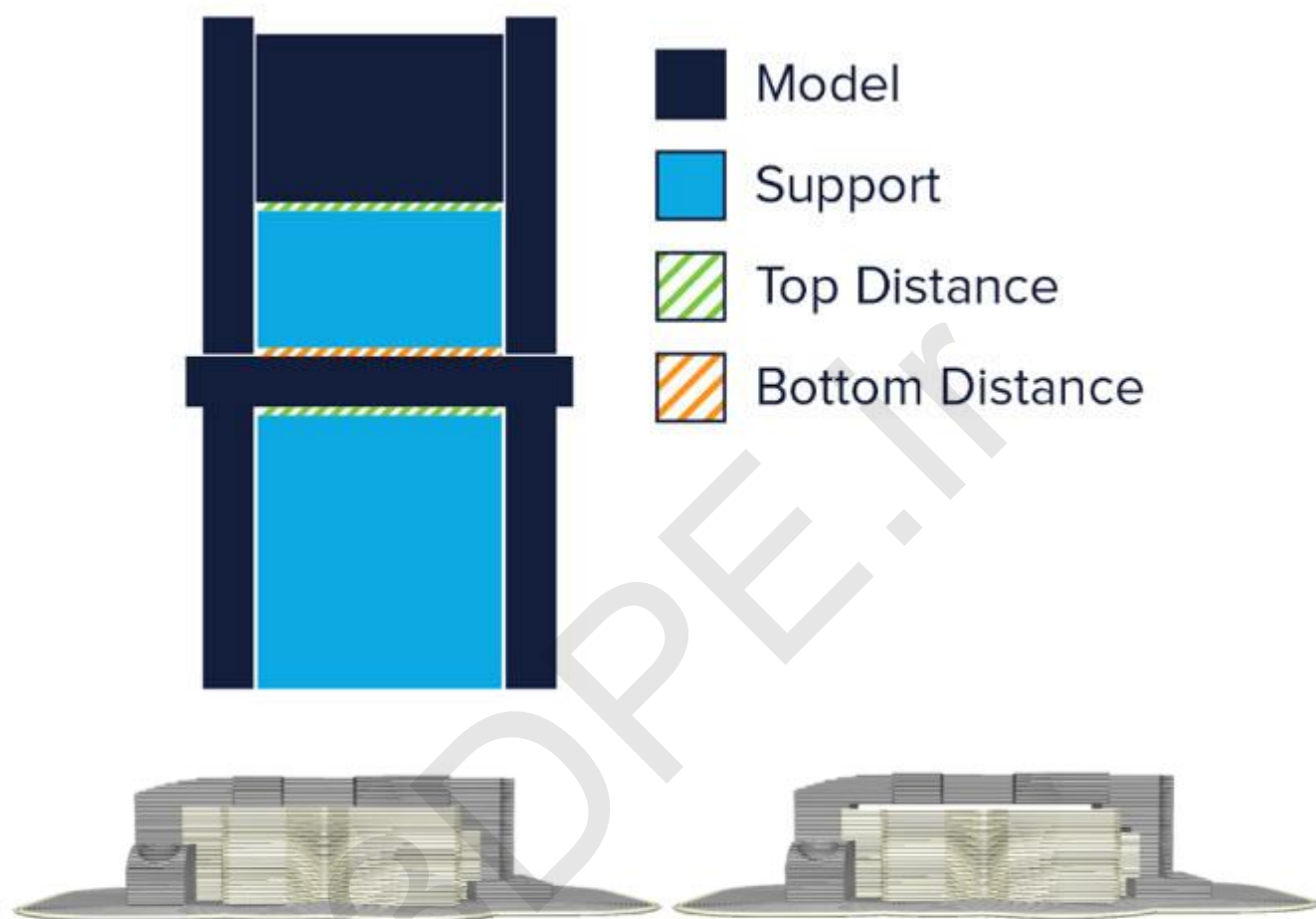
✓ با استفاده از تنظیم Support X/Y Distance از آسیب ساختارهای پشتیبان به دیواره های خارجی جلوگیری کنید:



برخی مواقع، ساپورتها خیلی نزدیک به دیوارهای بیرونی مدل ساخته می شوند و بعد از جدا شدن، اثری روی سطح بیرونی مدل به جا می گذارند. شما می توانید با استفاده از تنظیم Support X/Y Distance در زیرمجموعه بخش Support از این اتفاق جلوگیری کنید. تنظیم Support X/Y Distance اساسا حداقل فاصله ممکن بین دیوارهای عمودی مدل و ساختارهای پشتیبان را رعایت می کند. اگر ساختارهای پشتیبان شما به دیوارهای مدل آسیب می زنند یا به آنها می چسبند، می توانید با افزایش مقدار بین آنها (هر واحد ۰/۲ میلیمتر است) فاصله بیندازید تا مدل شما صاف و بی نقص چاپ شود.

با این وجود، مطمئن شوید که هیچ برآمدگی کوچکی روی دیوارهای بیرونی نباشد که با فاصله دادن ساختارها از دیوار، بدون پشتیبان بماند. اگر چنین برآمدگی های کوچکی وجود دارد، شما احتمالا باید به جای افزایش فاصله، آنرا کم کنید وگرنه، پرینت شما خراب می شود.

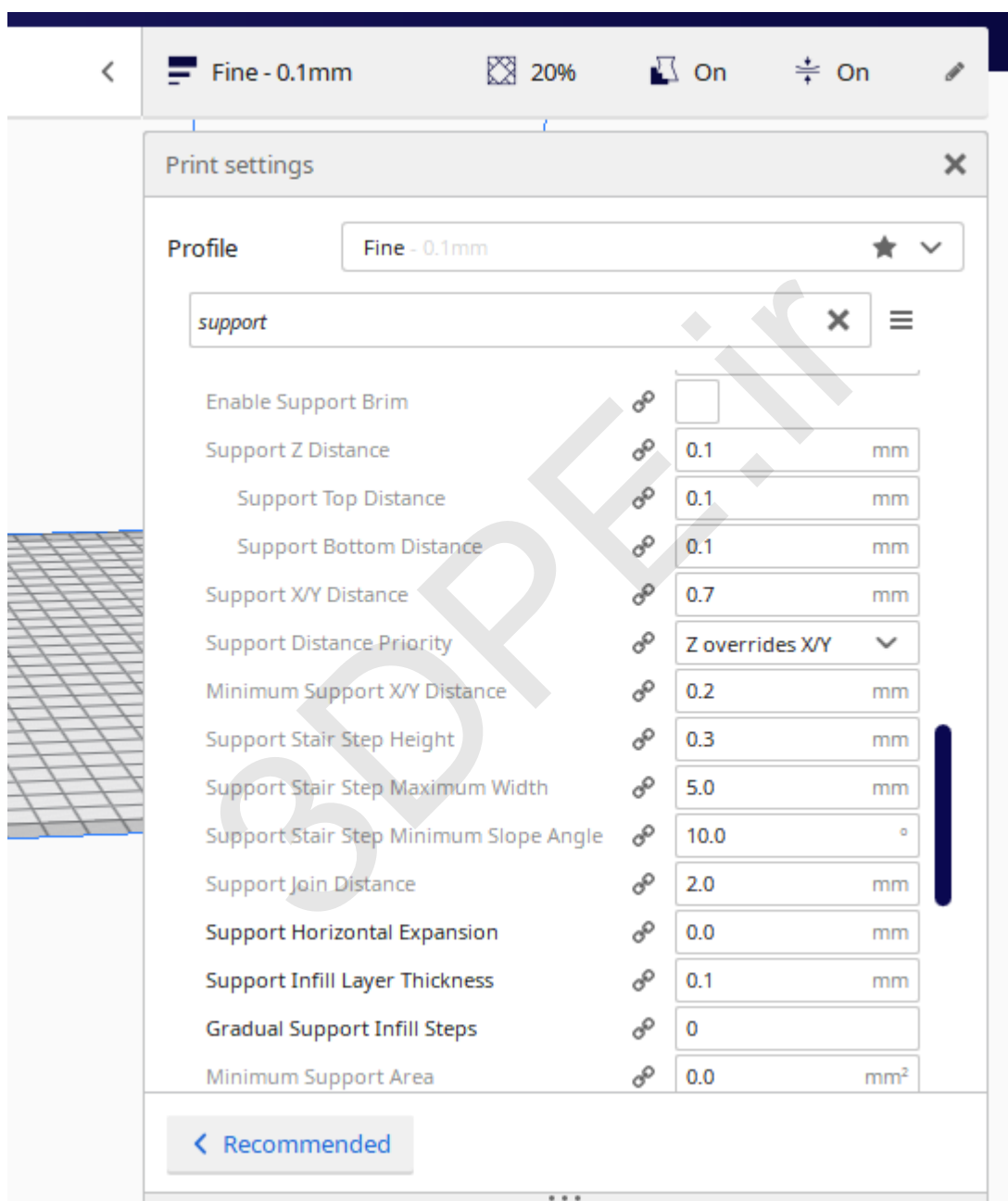
✓ تنظیم Z Distance به شما کمک میکند که ساختارهای پشتیبان را راحت تر جدا کنید:



برای این که مواد پشتیبان به راحتی، تمیز و بدون آسیب زدن به لایه های مدل جدا شوند، ارتباط بین مواد پشتیبان باید از ارتباط بین مواد مدل، ضعیف تر باشد. نرم افزار Cura این ارتباط ضعیف را با قرار دادن یک فضای خالی در بالا و پایین بین ساختارها و مدل ایجاد می کند. این فضا به عنوان Z-Distance شناخته می شود.

شما با فعال کردن تنظیم Z-Distance در زیر مجموعه بخش Support می توانید جدا کردن ساختارهای پشتیبان را راحت تر کنید. مقدار پیش فرض این تنظیم هم اندازه ارتفاع لایه است. پس اگر ارتفاع لایه شما ۰٫۱ میلیمتر است، Z-Distance نیز ۰٫۱ میلیمتر خواهد بود. اگر مواد پشتیبان به سختی از مدل شما جدا می شوند، مقدار فاصله را کم کنید تا این کار به سادگی انجام گیرد. نرم افزار Cura می تواند برای هر لایه پشتیبان اضافه بکند یا نکند اما متأسفانه چیزی به نام "تیم لایه پشتیبان" وجود ندارد. پس اگر ۰٫۲ میلیمتر Z Distance برای پرینتی با ارتفاع لایه ۰٫۱ زیاد باشد و Z Distance با مقدار ۰٫۱ میلیمتر هم کافی نباشد، گزینه Z-Distance به کار شما نمی آید.

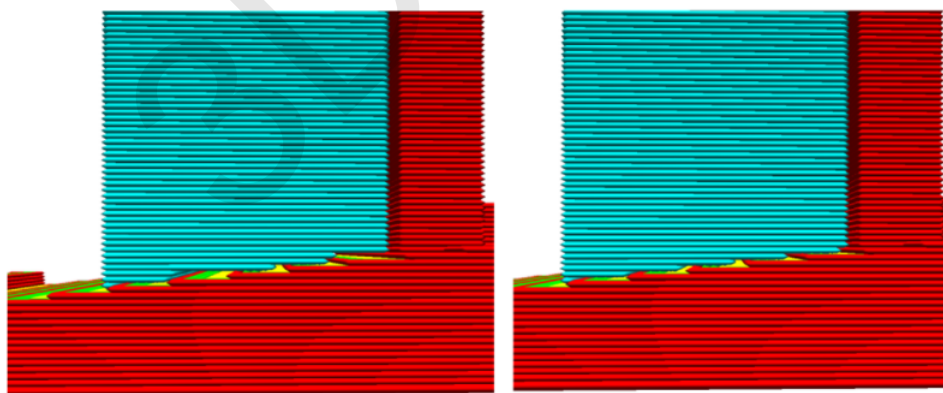
برای اینکه خسته نشوید، از توضیحات متنی بیشتر خودداری کرده و بقیه پارامترهای بخش Support نرم افزار Cura را بصورت تصویری می آوریم؛ هر تصویری که در ادامه این کتابچه می آید، کاملاً گویای مفهوم زیر کمیت‌های مرتبط با ساپورت گذار است.



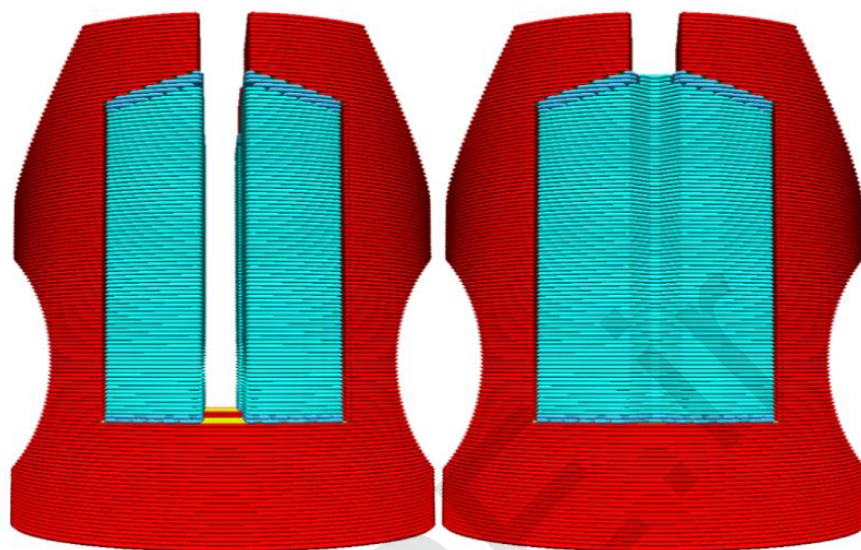
✓ **Support distance priority** (در بالا درباره کاربرد آن در راحتی کندن ساپورت و اثرگذاری کمتر روی قطعه صحبت کردیم).



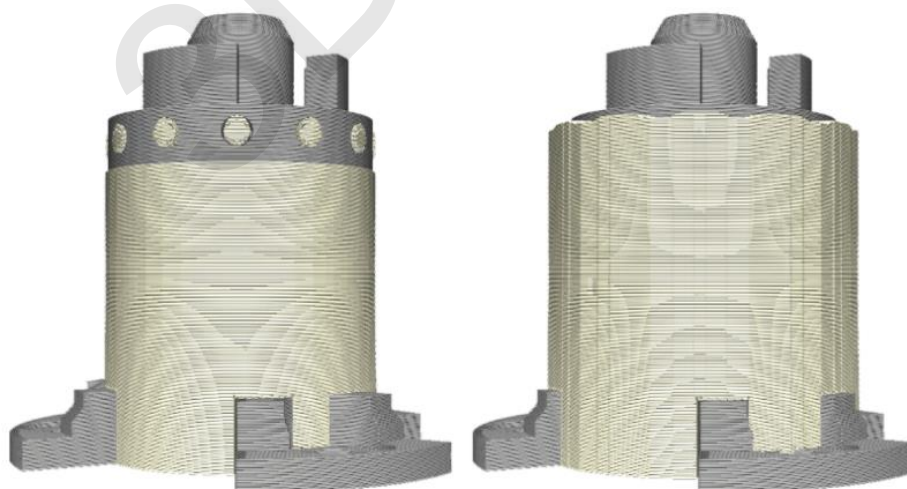
✓ **Stair step height**



Join distance ✓

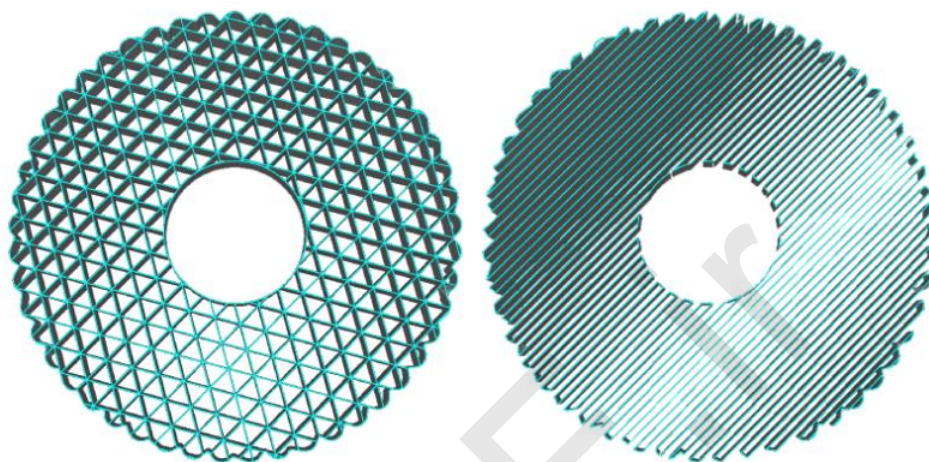


Support horizontal expansion ✓

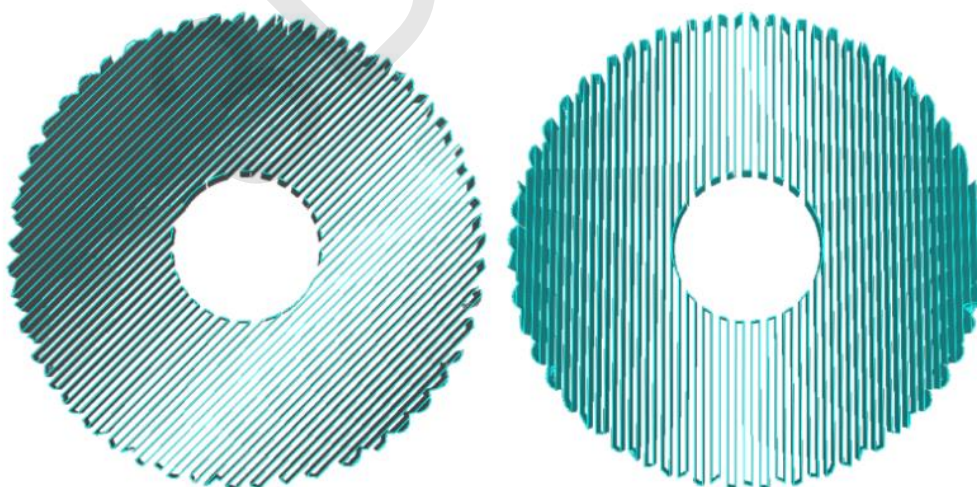




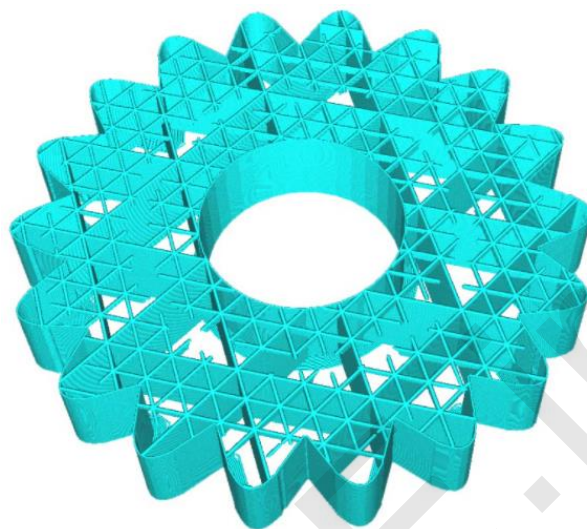
Support wall line count ✓



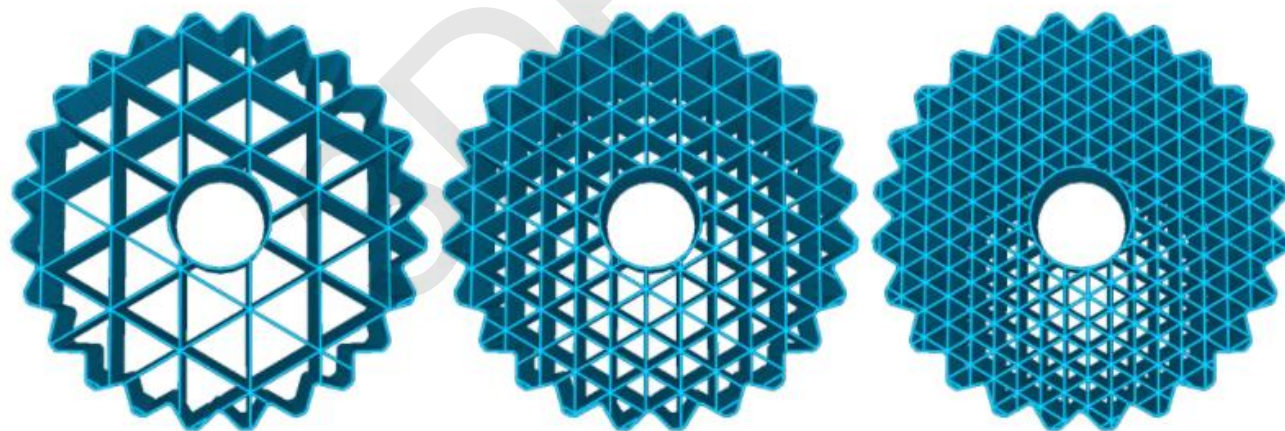
Support infill line directions ✓



✓ **Gradual support infill steps** : این آیتم در بخش اول کتاب حوالی صفحه 15 تا 16 توضیح داده شده است.

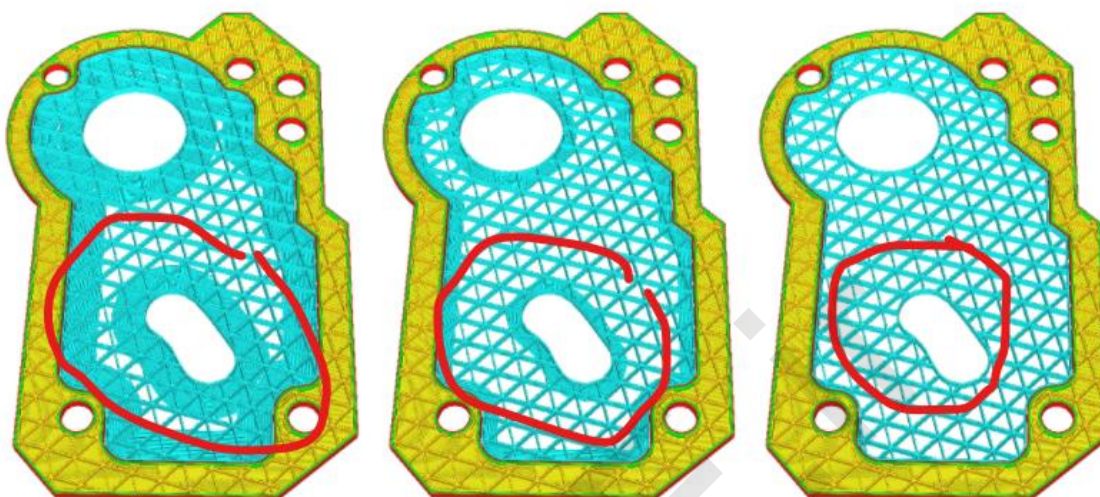


✓ **Support density** یا تراکم ساپورت

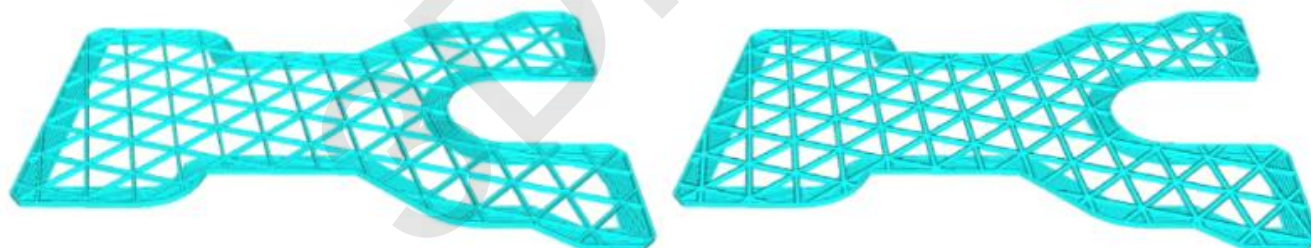


سه حالت تراکم ساپورت : 15% - 30% - 45%

Support brim ✓

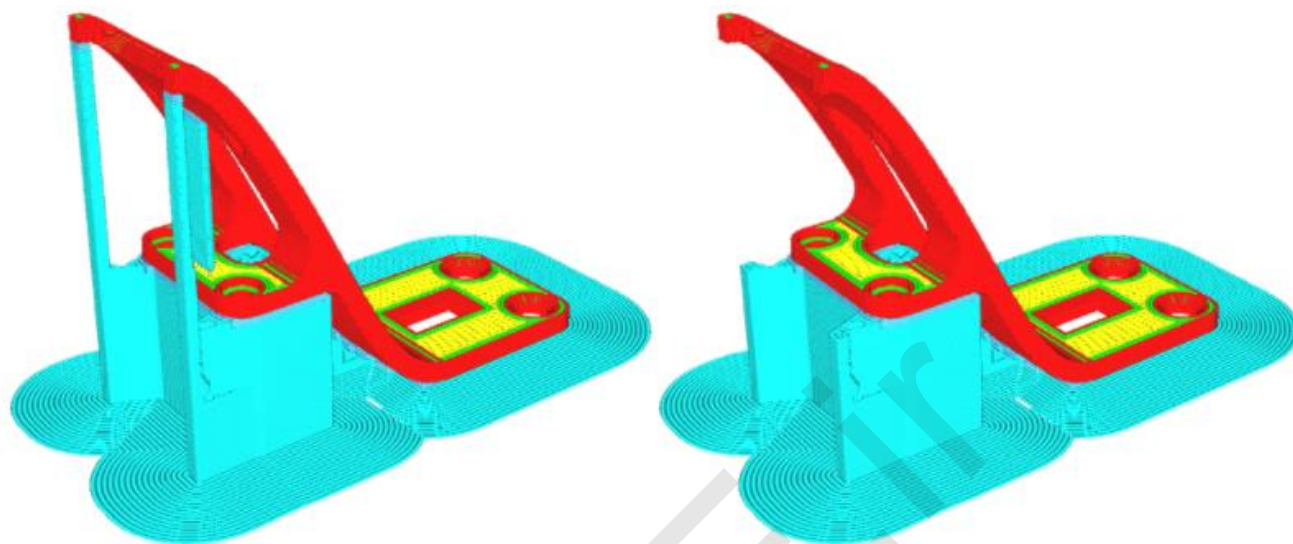


Support infill layer thickness ✓





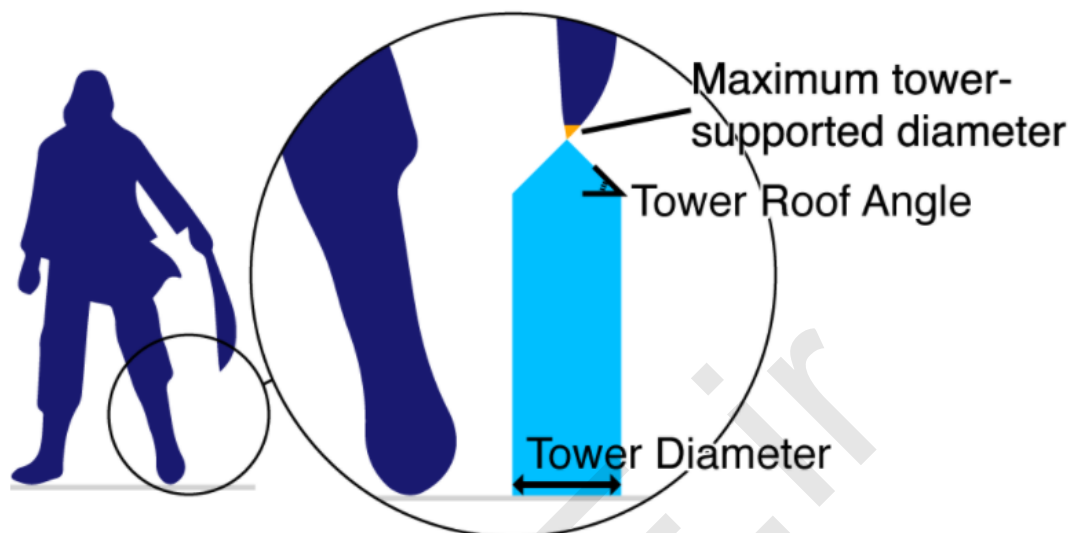
Minimum support area ✓



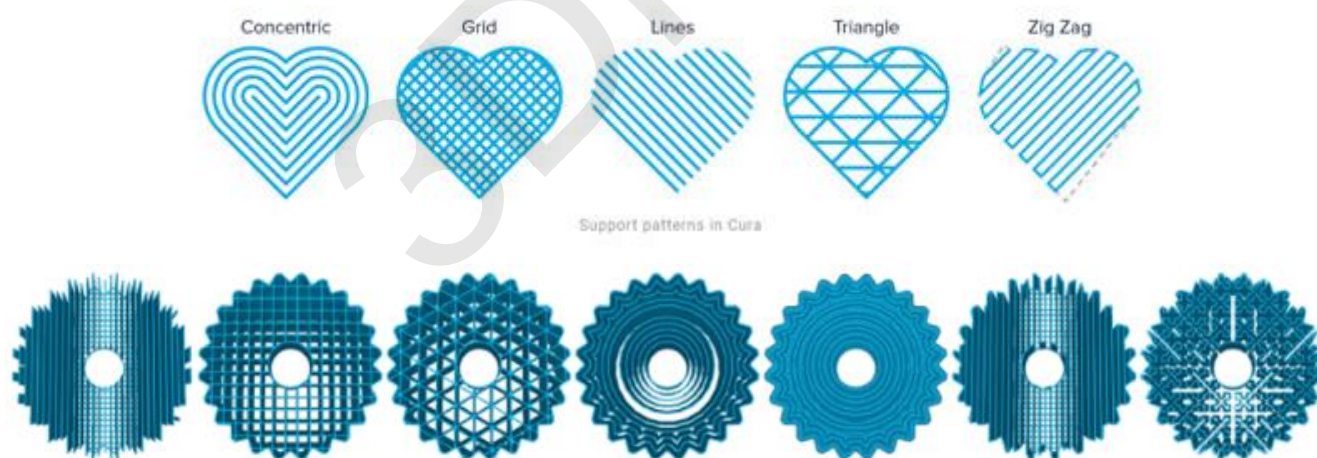
Use towers ✓



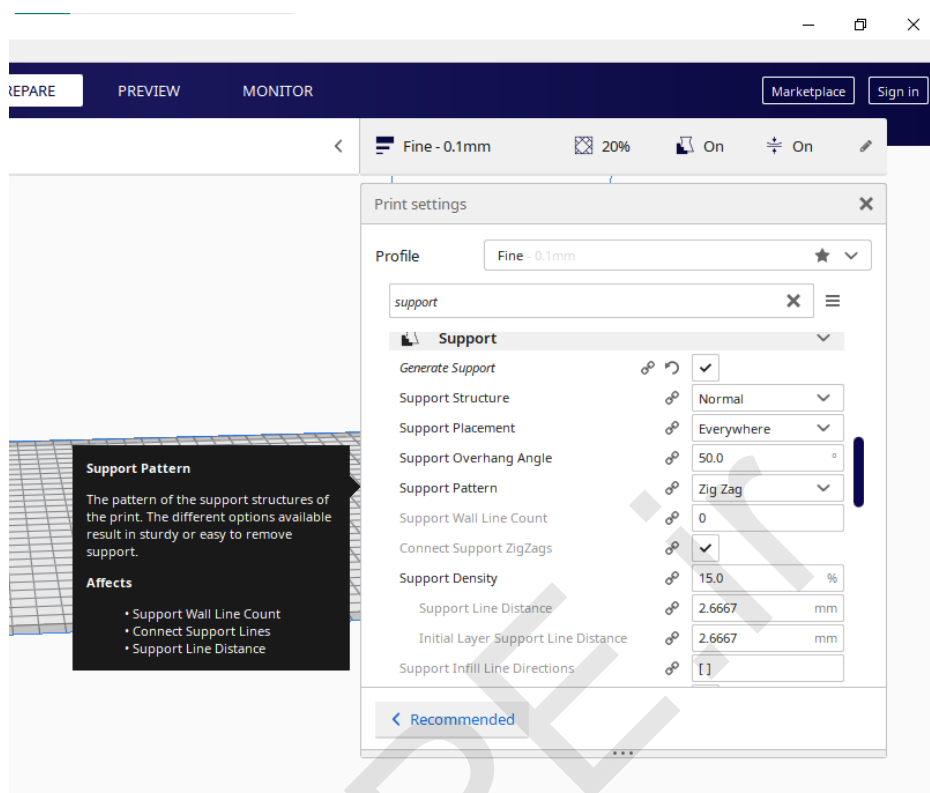
✓ Tower diameter, maximum tower-supported diameter and roof angle



✓ برای این که تعادل را بین قدرت و راحتی در جدا کردن برقرار کنید، مناسب ترین ساختار ساپورت را انتخاب کنید:



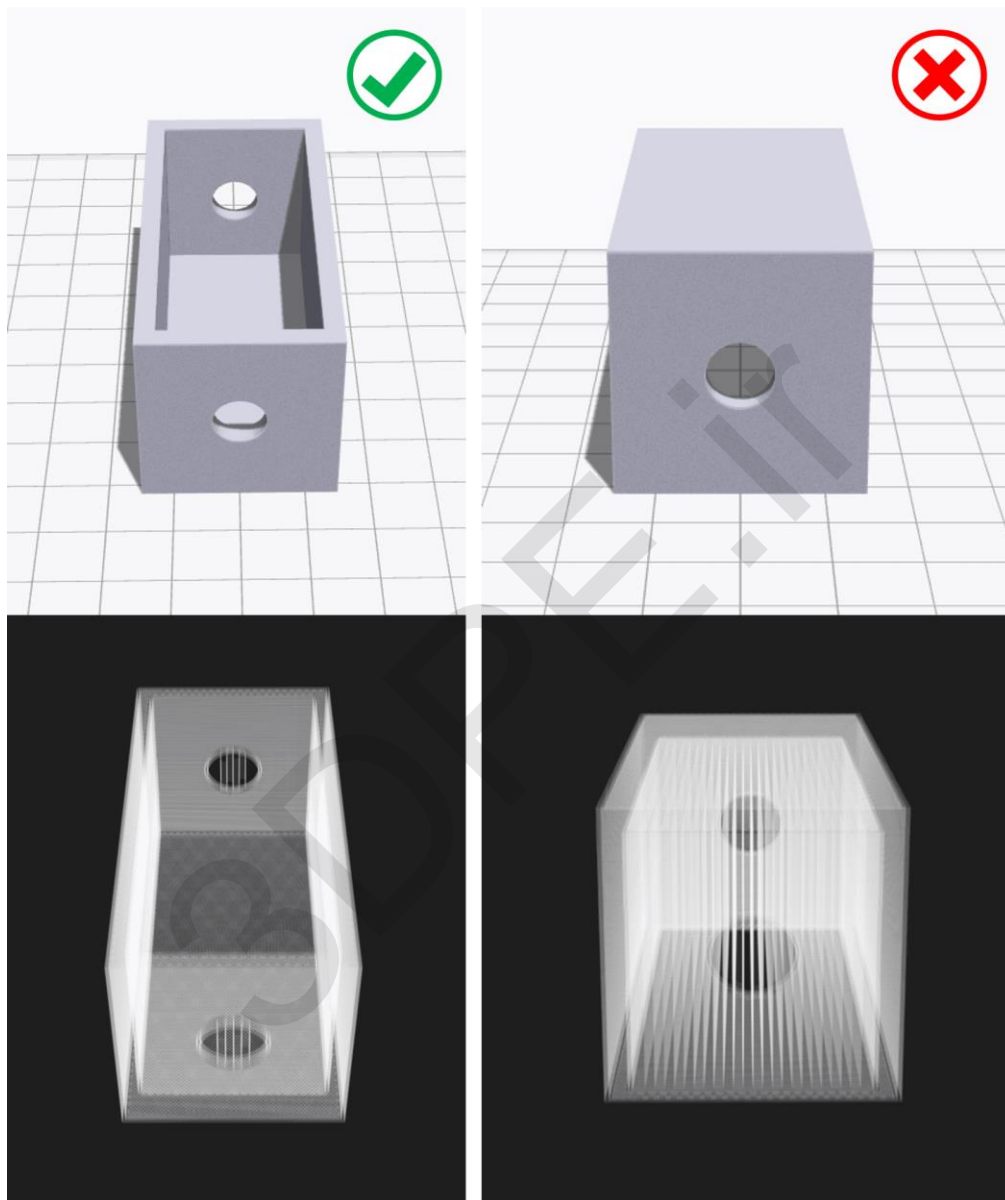
نرم افزار Cura مواد ساپورت را به شکل پیش فرض از بین هفت الگو می سازد. شما می توانید با فعال کردن یک تنظیم پنهان به نام Support Pattern در زیرمجموعه بخش Setting این الگو را تغییر دهید.



در اکثر موارد الگوی پیش فرض، Zig Zag، بهترین تعادل را بین قدرت و راحتی جدا شدن، برقرار می کند. دیگر الگوها عبارتند از: Lines- Grid- Concentric- Concentric 3D- Cross- Triangles ...

اگر از حالت پیش فرض راضی نیستید می توانید بقیه الگوها را امتحان کنید. هر کدام از آنها تعادلی متفاوت بین قدرت و راحتی جدا شدن را به شما ارائه می کند.

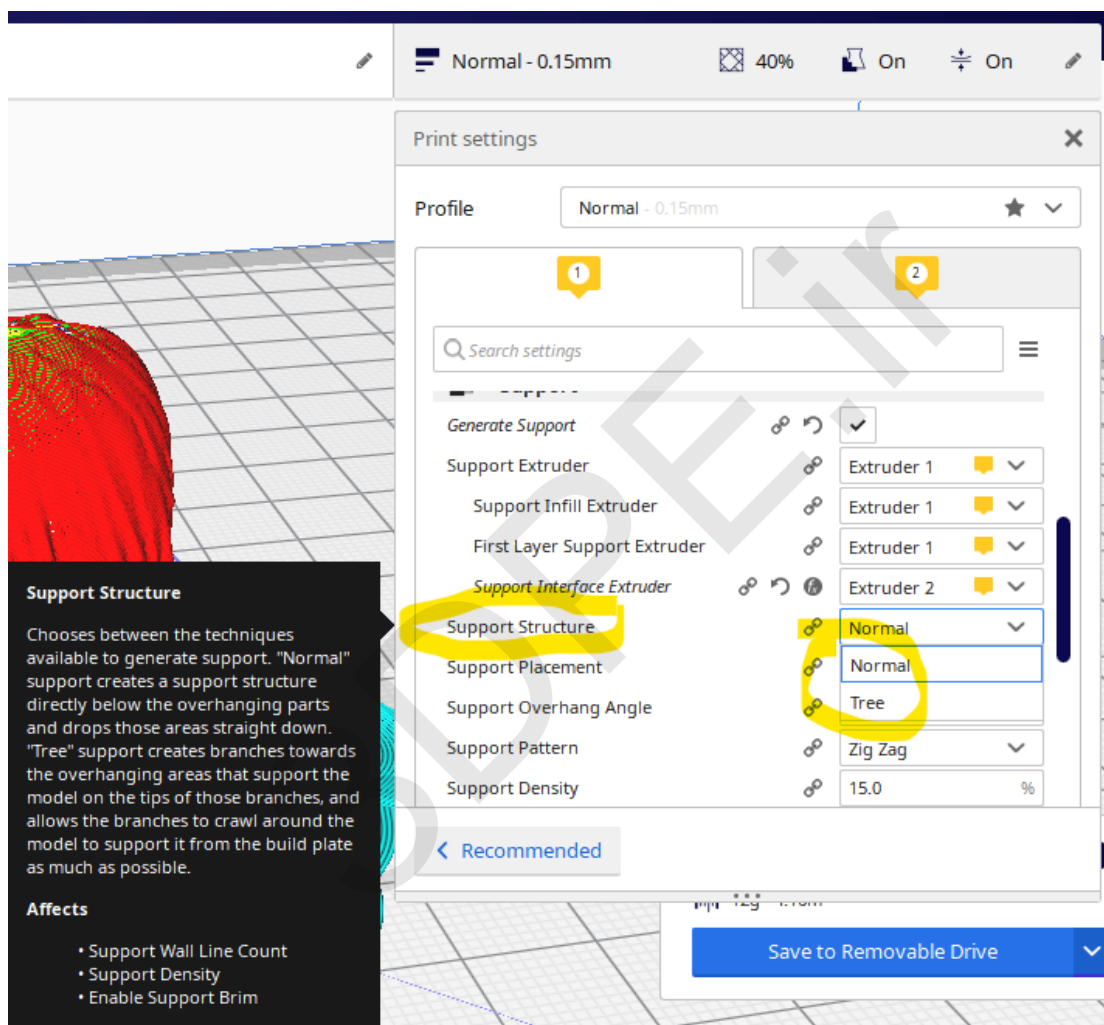
✓ نحوه قرارگیری مدل در بستر نرم افزار Cura شدیداً در میزان ساپورت یا عدم نیاز به آن تاثیر دارد:



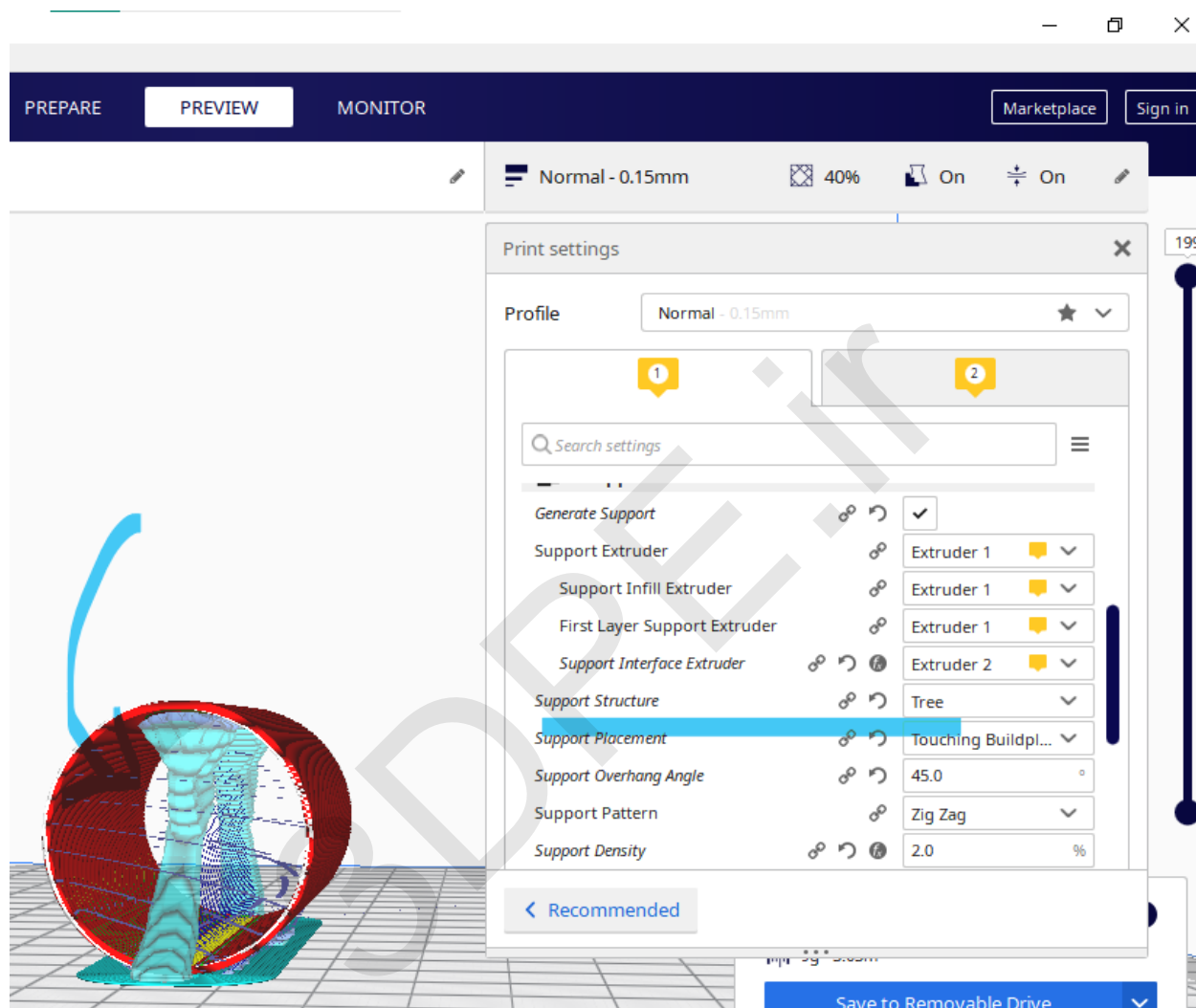
- اغلب میتوان به حداقل ساختارهای پشتیبان برای چاپ سه بعدی دست یافت، چطور؟! خیلی آسان - با جهت گیری مجدد مدل روی بستر چاپ. به عنوان مثال، عاقلانه ترین کار اینست که قطعه نشان داده شده در تصویر فوق را به صورت طاق باز چاپ کنید.

در انتهای بخش زیر پارامترهای ساپورت نرم افزار Cura، ویژگی مهم دیگری را معرفی میکنیم که تنها در آپدیت‌های اخیر این نرم افزار قابل دستیابی است: Support Structure.

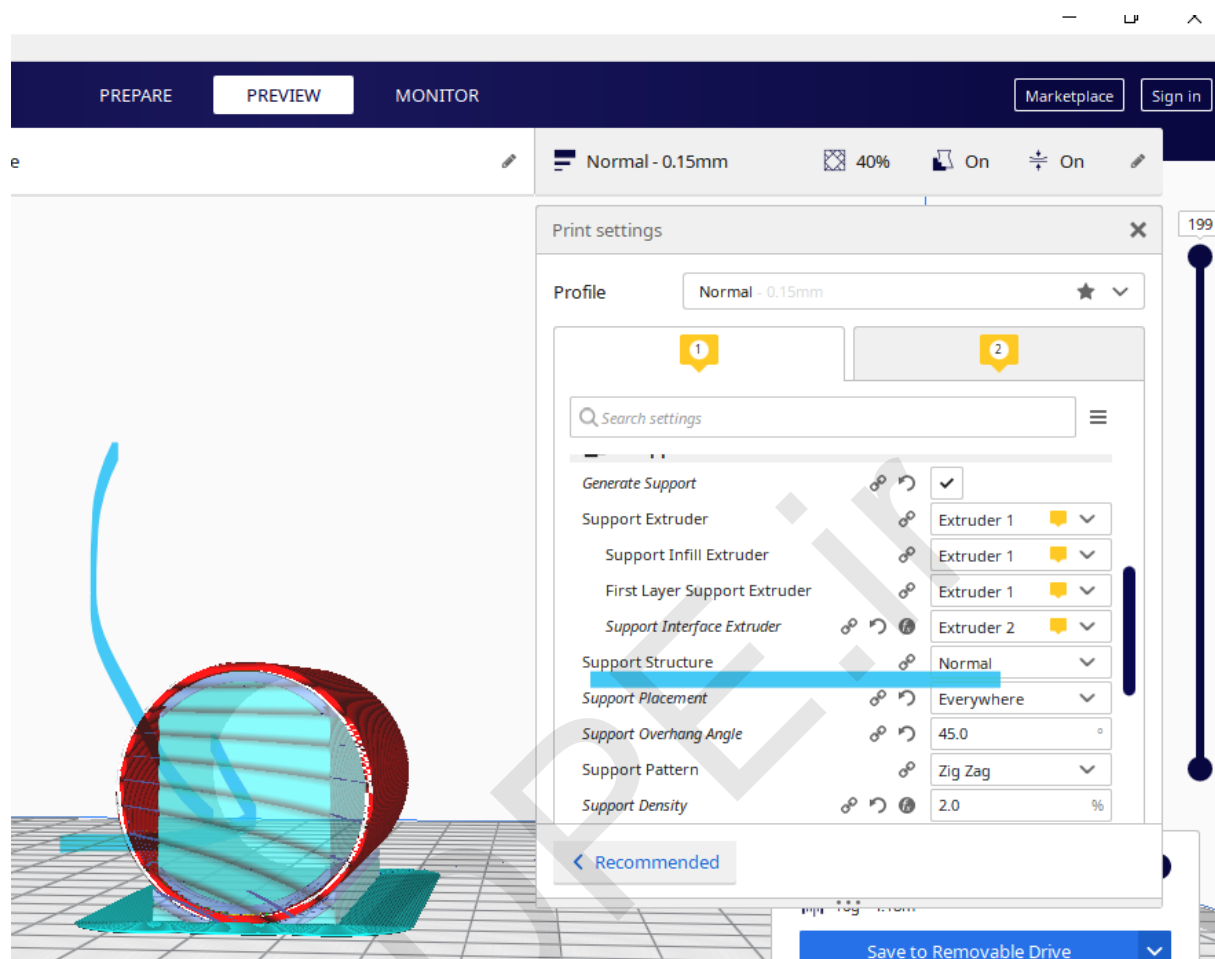
### ✓ پارامتر Support Structure:



انتخاب دو حالت ساپورت گذاری نرمال یا ستونی (Normal) که حالت پیش فرض نرم افزار است و ساپورت گذاری درختی (Tree).



مدل سه بعدی استوانه که عمدا در این حالت قرار گرفته تا ساختار ساپورت گذاری درختی نمایان باشد.

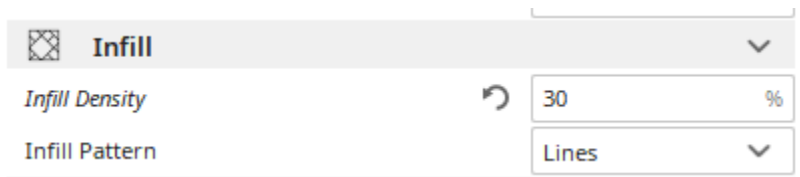


مدل سه بعدی استوانه در همان حالت قرارگیری افقی با ساختار ساپورت ستونی یا Pillar یا همان Normal

نکته: با توجه به شکل هندسی قطعه، تغییر ساختار ساپورت به نوع درختی منجر به کاهش مصرف متریال، چاپ سریعتر و کیفیت بهتر سطح می‌گردد.



## • پارامترهای Infill یا تراکم داخلی در نرم افزار Cura:



اینفیل یعنی تعیین میزان پرشوندگی داخل قطعه - تنظیم آن روی 0 درصد به معنی این است که شما نمی خواهید داخل مدل پر شود و جسم چاپ شده کاملاً توخالی خواهد بود (معمولاً کاری غلط است چون قطعه بسیار شکننده میشود). هر عددی بین بازه 10 تا 30 درصد به معنی Light Infill یا تراکم سبک است. بازه 50 تا 70 درصد Medium Infill یا پرشوندگی متوسط خوانده می شود. تنظیم این نوار بر روی 100 درصد مستحکمترین قطعه را می سازد ولی مصرف متریال و زمان پرینت شدیداً بالا میرود؛ پس در اکثر موارد روی Light Infill تمرکز کنید.

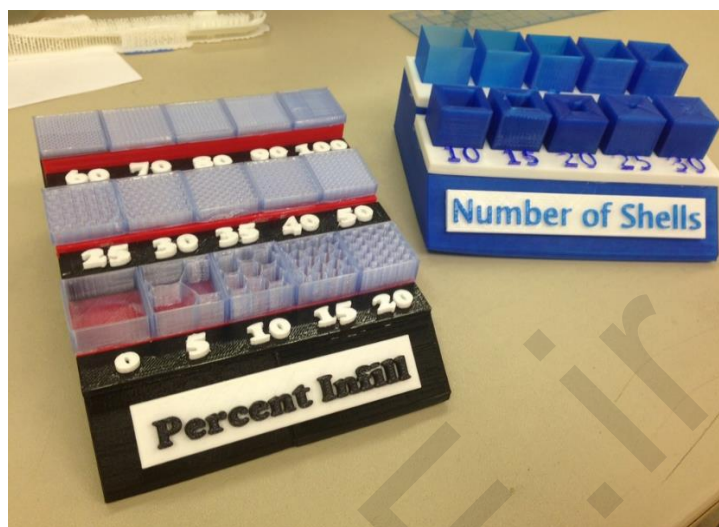
### ✓ Infill Patterns تعیین کننده الگوی پرشوندگی داخل قطعه است.

توجه کنید که نوع الگوی پرشوندگی میتواند روی کیفیت سطح بیرونی قطعه نیز تاثیر نسبی بگذارد. بنابراین در الگوهای متراکم، بهتر است عدد «ارتفاع لایه» کمی بهبود یابد؛ گرچه مصرف متریال و زمان پرینت افزایش خواهد یافت.

❖ راهنمای کلی انتخاب الگوی پرشوندگی (توضیحات زیر حالتی میانگین دارند و با توجه به فرم هندسی قطعه میتوانند عملکردی متفاوت داشته باشند):

- اگر قطعه تنها اهداف زیبایی و تزئینی دارد و تحت تنش فشار یا گرما و آفتاب نیست، میتوانید در کل از کمیت Infill بگذرید.
- اگر مدل سه بعدی سطح پوششی بزرگی دارد (سطح پوششی وسیع نیازمند لایه پشتیبان زیرین است)، در این جور مواقع، بهترین انتخاب Infill شما الگوی Concentric است. این الگو مواد کمی مصرف میکند و زمان چاپ هم نسبی است. در ضمن بهترین پشتیبانی را از سطح بالایی قطعه دارد ولی استحکام کلی پرینت، معمولی خواهد بود و بیشتر برای فیلامنتهای انعطاف پذیر مثل TPU کاربرد دارد.
- اگر مدل شما کاربرد مکانیکی ندارد اما همچنان میخواهید مقاومت قابل ملاحظه ای داشته باشد، الگوهای دو بعدی مانند Grid و Lines برای این کار مناسب هستند - الگوی Lines قدرت استحکام کمی به مدل میبخشد اما مصرف مواد پایین و سرعت پرینت بالایی دارد - الگوی Grid مواد بیشتری مصرف میکند و سرعت کمتری دارد ولی استحکام بیشتری به جسم می دهد - الگوی Triangles قدرت و استحکام بیشتری دارد؛ از این الگو برای قطعاتی با دیواره های قوی، باریک و بلند استفاده کنید.
- اگر مدل قرار است برای اهداف مکانیکی استفاده شود، بهترین گزینه استفاده از الگوی پرشوندگی چند وجهی مانند Cubic یا Tetrahedral است.





نکته: حتما متوجه شده اید که دو آیتم *Shell* یا تعداد دیواره بیرونی و *infill* یا پرشوندگی داخلی روی یکدیگر تاثیر میگذارند؛ یعنی هر چه ضخامت دیواره بخش *Shell* بیشتر شود، فضای کمتری برای بخش *infill* بعنوان تراکم داخلی باقی خواهد ماند (عکس فوق را با دقت نگاه کنید).

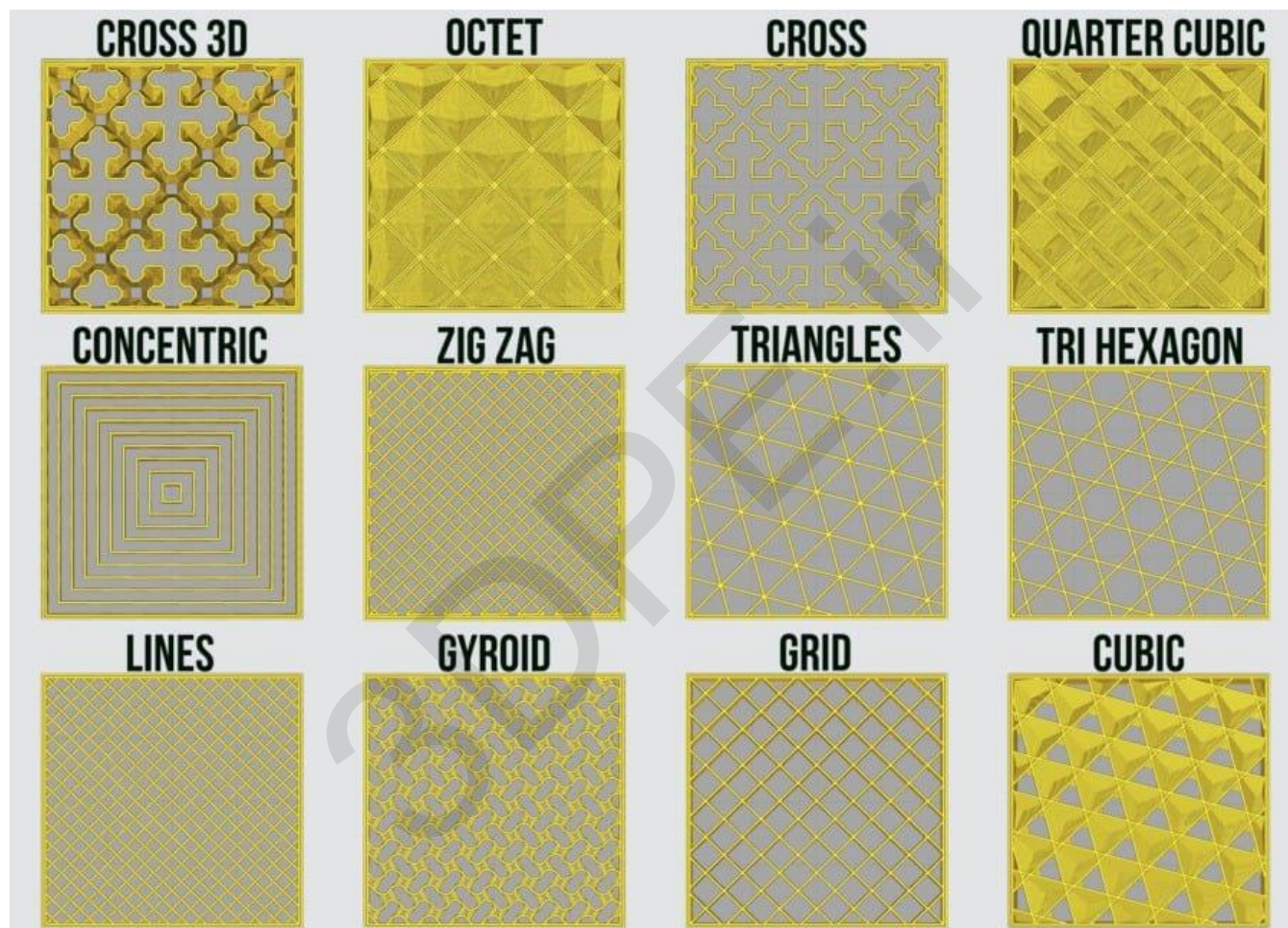
#### • کنترل Infill Patterns روی استحکام مدل، مواد مصرفی و زمان چاپ تاثیر می گذارد:

به صورت پیش فرض، نرم افزار Cura هر لایه را در یک جهت مورب و به شکل شبکه «توری مانند» پر می کند. این کار باعث استحکام منطقی مدل بدون استفاده زیاد از مواد می شود. در ضمن این حالت یکی از سریع ترین الگوها در پرینت کردن است. این الگوی پرشوندگی استاندارد Cura برای اغلب قطعات هندسی مناسب است.

گرچه در برخی موارد خاص، الگوی پیش فرض ممکن است بهترین حالت نباشد. در چنین مواردی Cura الگوهای مختلفی برای پرشوندگی را برای انتخاب ارائه می دهد.

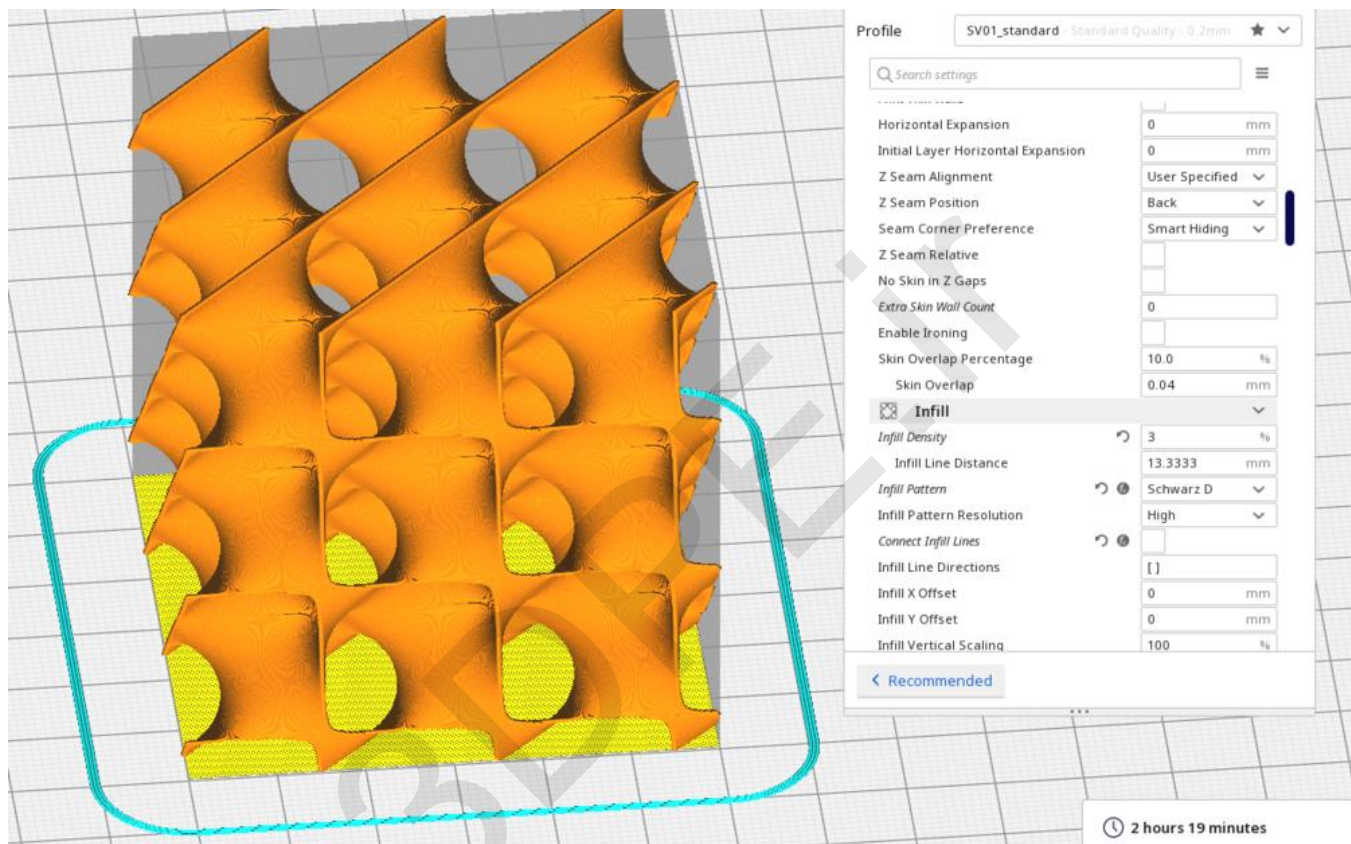


الگوهای تراکم داخلی یا اینفیل در مقدار 20%



خانواده الگوهای پرشوندگی قابل انتخاب در Cura

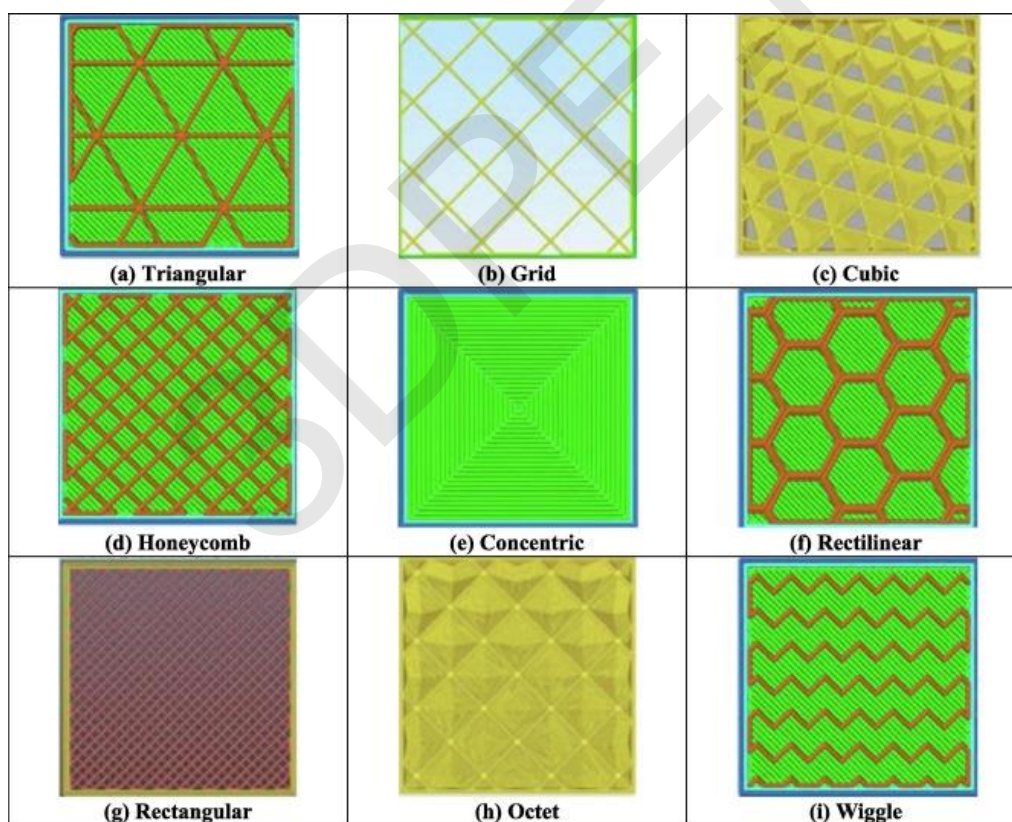




یک نمونه از تنظیمات پارامترهای اینفیل در نرم افزار Cura

✓ برای تغییر الگوی پرشوندگی، تنظیم **Infill Pattern** را فعال کنید تا زیر بخش **Infill** ظاهر شود. معمولاً حق انتخاب از بین ۱۳ الگوی متفاوت وجود دارد. بعضی از مهمترین الگوها عبارتند از:

- (1) **Grid** توری: پرشوندگی به حالت توری، با خطوطی در دو جهت مورب در هر لایه.
- (2) **Lines** خطی: پرشوندگی به شکل توری، با خطوطی در یک جهت مورب در هر لایه.
- (3) **Triangles** مثلثی: پرشوندگی با الگوی مثلثی.
- (4) **Cubic** مکعبی: پرشوندگی سه بعدی با مکعب های کج.
- (5) **Tetrahedral** چهار گوشه ای: پرشوندگی سه بعدی به شکل هرم.
- (6) **Concentric** متحدالمرکز: پرشوندگی پرینت از خارج به سمت مرکز مدل. خطوط این راه پرشوندگی از بیرون دیوار معلوم نیست.
- (7) **Concentric 3D** متحدالمرکز سه بعدی: پرشوندگی پرینت از خارج به سمت مرکز مدل. با شیب در سرتاسر پرینت.
- (8) **Zig Zag** زیگزاگ: یک الگوی توری مانند، پرینت مداوم در یک جهت مورب.



## ✓ چگونه الگوی پرشوندگی Infill را انتخاب کنیم؟

بیا باید یکبار دیگر مهمترین عواملی که در انتخاب الگوی پرشوندگی باید به حساب بیاورید را مرور کنیم:

(1) آیا از این قسمت برای اهداف مکانیکی استفاده خواهد شد؟

(2) آیا مدل سطح پوشیده بزرگی دارد؟

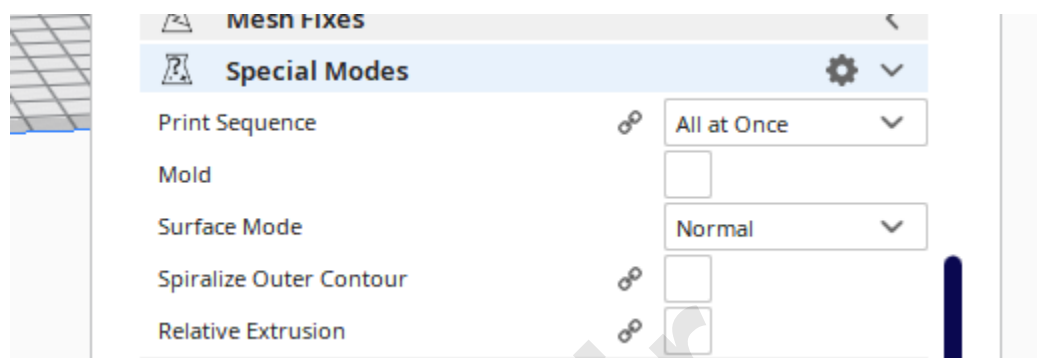
❖ اگر قطعه قرار نیست برای اهداف مکانیکی استفاده شود و تنها اهداف بصری معماری دارد، می توانید در کل از Infill متراکم بگذرید. با این وجود، اگر مدل سه بعدی سطح پوششی بزرگی دارد، این سطح پوششی نیاز به پشتیبانی بیشتری دارد. در این جور مواقع، بهترین انتخاب Infill شما الگوی Concentric است. این الگو کمتر مواد مصرف می کند و سریع تر چاپ میشود. در ضمن بهترین پشتیبانی را از سطح بالایی می کند.

❖ اگر قطعه تنش مکانیک ندارد اما شما همچنان می خواهید مقاومت قابل ملاحظه ای داشته باشد، الگوهای دو بعدی مانند Grid و Lines و Triangles برای این کار مناسب هستند. الگوی Lines قدرت استحکام کمی به مدل میبخشد اما مصرف مواد پایین و سرعت پرینت بهتری دارد.

❖ الگوی Grid مواد بیشتری مصرف می کند و سرعت کمتری دارد ولی استحکام بیشتری به جسم می دهد. الگوی Triangles قدرت بیشتری را عرضه می کنند. از این الگو برای دیوارهای قوی، باریک و بلند استفاده کنید.

❖ اگر مدل قرار است تحت تنش فشار یا حرکت مداوم قرار گیرد، بهترین گزینه استفاده از الگوی پرشوندگی سه بعدی مانند Cubic یا Tetrahedral است. با استفاده از این الگوها در Cura می توانید از ساپورت داخلی عالی و خواص مکانیکی ایزوتروپیک بهره مند شوید.

• پارامترهای Special Mode در نرم افزار کیورا



نرم افزار اسلایسر Cura چند حالت ویژه دارد که به شما اجازه می دهد از راه های غیر متعارف پرینت کنید. این حالت ها در زمان هایی خاص به کار می آیند مثلاً:

- شما می خواهید مدلی را با یک پرینتر سه بعدی ضعیف در زمان کوتاهی چاپ کنید.
- شما می خواهید یک مدل با طراحی غیر معمول را چاپ کنید.

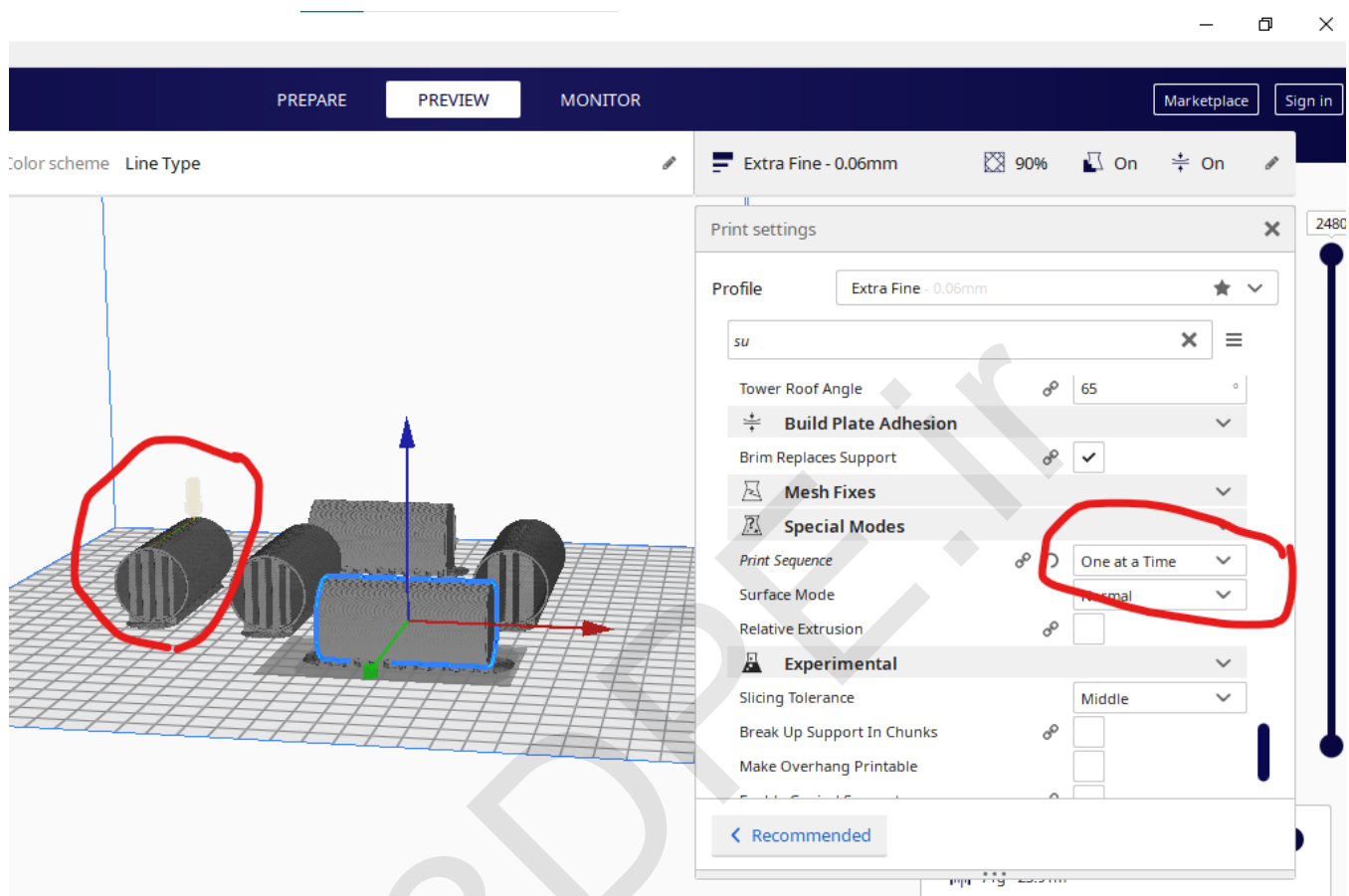
✓ پارامتر Print Sequence: وقتی چند قطعه یکسان در بستر ساخت قرار دارند، چطور پرینت شوند.

این گزینه دارای دو حالت انتخابی است: One at a Time - All at Once

یعنی وقتی چند مدل سه بعدی (ترجیحا یکسان) به درستی و با فاصله مناسب از نازل و محور X Y روی بستر هستند، اکسترودر چطور لایه را تکمیل کند:

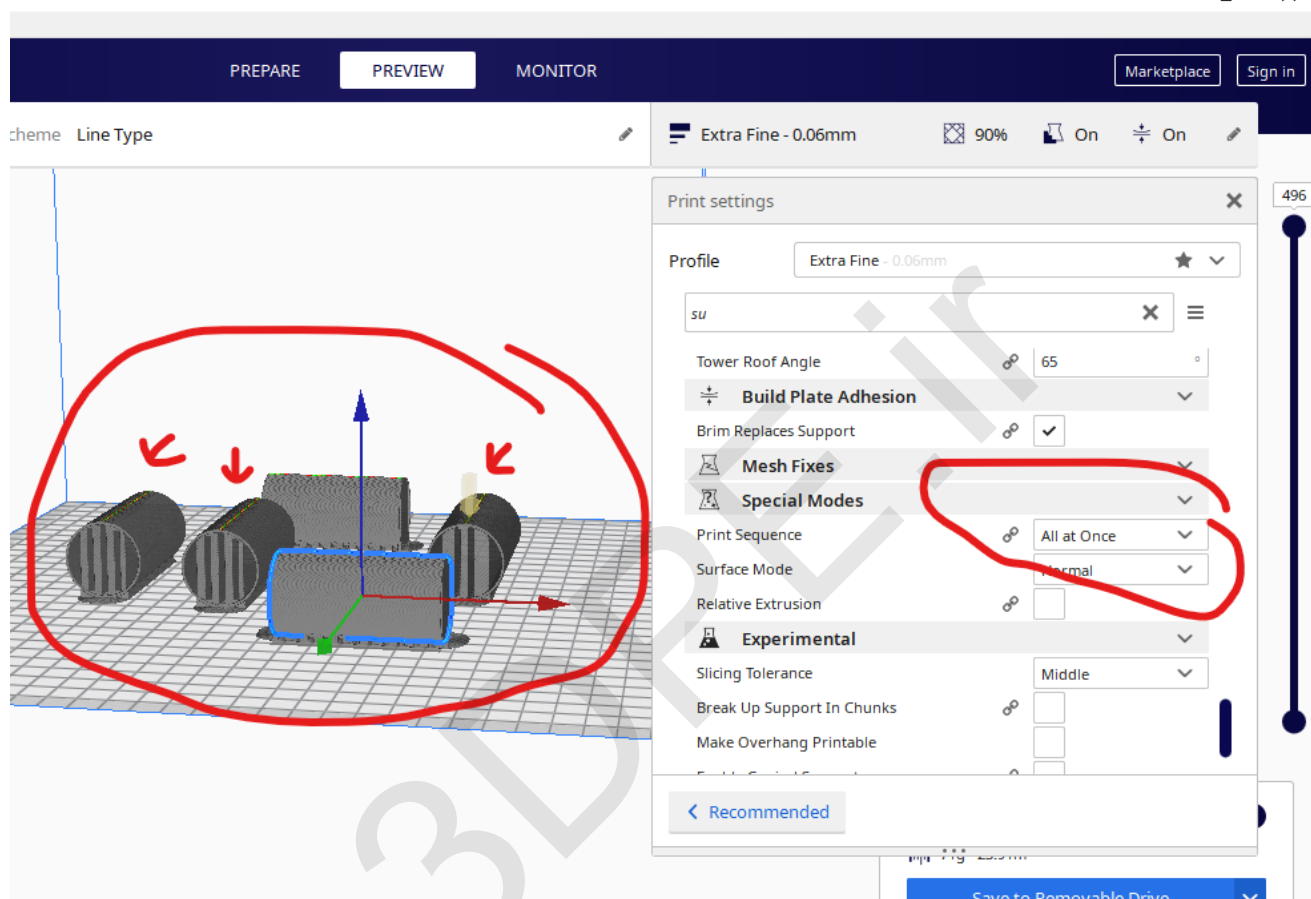
- All: لایه همه مدلها در یک بار حرکت اکسترودر یکسان تکمیل شود.
- One: لایه یک مدل تکمیل شود، سپس اکسترودر به سراغ مدل کناری برود.

حالت One at a Time موقعی امکانپذیر است که اولاً تنها یک اکسترودر فعال با ساختار مکانیکی استاندارد که به قطعات اطراف گیر نکند، وجود داشته باشد و دوماً مدلها با ساختار هندسی مشابه طوری در بستر چاپگر چینش شده باشند که «پرینت هد» بتواند بین همه مدلها به آسانی حرکت کند و دچار محدودیت حرکتی لبه های بستر ساخت نشود (یعنی از فاصله بین نازل و محورهای XY کمتر باشند).



حالت one at a Time : به آیکون نازل و شیار لایه در سمت چپ بالای قطعه کناری دقت کنید؛ اکسترودر یک لایه قطعه فوق را تکمیل و سپس به سراغ لایه مشابه قطعه کناری میرود.





حالت All at Once : به آیکون نازل و شیار لایه در بالای قطعات دقت کنید؛ اکسترودر، همه لایه های یکسان قطعات فوق را تکمیل و سپس به سراغ لایه بعدی کل قطعات می‌رود.

### ✓ حالت Spiralize Outer Contour به شما امکان می دهد با فدا کردن دوام، چاپ سریع داشته باشید.

حالت ویژه Spiralize Outer Contour یک تنظیم پنهان است که زیر مجموعه بخش Special Mode محسوب می شود. زمانی که کادر کنار این تنظیم را تیک می زنید، نرم افزار به جای ساخت یک مدل توپر، یک مدل توخالی می سازد. اکسترودر یک مسیر مارپیچ روبه بالا را در طول دیوارهای مدل دنبال می کند، یک پایه و دیوار با ضخامتی برابر قطر نازل می سازد. این حالت فاقد Infill یا Support Instruction است.

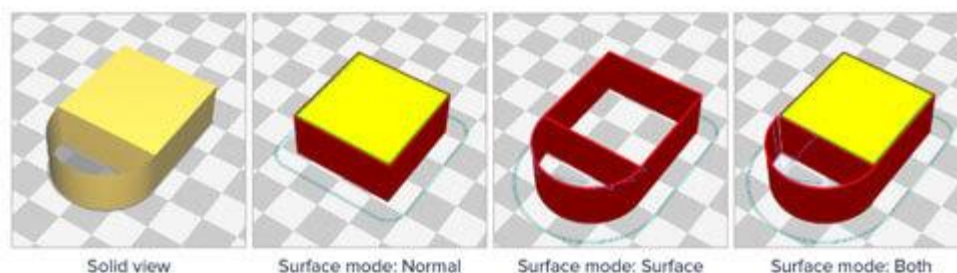
از آنجا که اکسترودر به جای آنکه فقط زمانی که کار یک لایه به پایان رسید به بالا حرکت کند، تمام مدت در محور Z حرکت می کند، این حالت پرینت، با حالت استاندارد لایه به لایه خیلی متفاوت است. به دلیل این که اکسترودر مداوم حرکت می کند و تنها دیوار می سازد، کار چاپ در کسری از زمان انجام می شود. این کار باعث صرفه جویی زیاد در مصرف فیلامنت نیز می شود (یعنی مدل Infill یا توپری ندارد). از سوی دیگر، مدل هایی که با این حالت ساخته می شوند به دلیل فقدان پرشوندگی، دوام و استحکام بسیار کمی دارند.

### اگر می خواهید با این حالت پرینت کنید، هشدار ها و تنظیمات زیر را به یاد داشته باشید:

- اگر مدل شما برآمدگی با زاویه بیش از ۴۵ درجه داشته باشد، حالت *Spiralize Outer Contour* کار نمی کند.
  - سطوح صاف موازی با بستر چاپ در این حالت قابل پرینت شدن نیستند.
- وقتی این حالت فعال باشد، Cura همچنان به دستورات تنظیمات اصلی مانند ارتفاع لایه و سرعت چاپ پایبند است. به این معنی که شما باید Layer Height و Line Width را تنظیم کنید مثلاً Wall Thickness را مشابه مقدار Line Width تنظیم کنید، Wall Line Count را به 1 تغییر دهید، Top Layers را روی 0 و Infill را روی 0 درصد تنظیم کنید.

### ✓ Surface Mode به شما اجازه می دهد طراحی های غیر معمول را پرینت کنید:

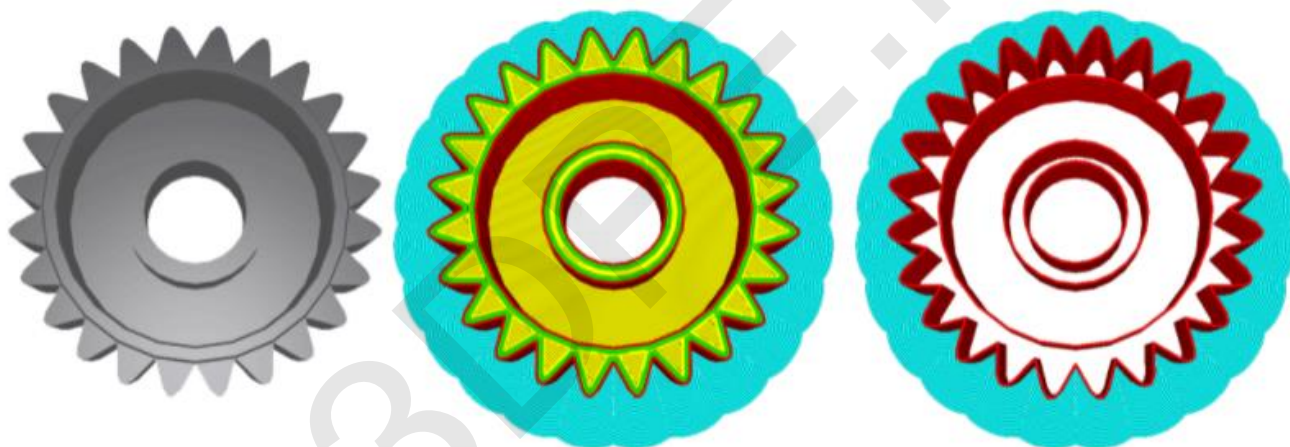
اگر می خواهید طرح های غیر معمول یا هندسه های ناقص را پرینت کنید، Cura برای آنهم راه حل دارد. این حالت Surface Mode نام دارد و زیرمجموعه بخش Special Modes است.



وقتی تنظیم Surface Mode را قابل رویت کردید، سه انتخاب دارید:

- Surface
- Normal
- Both

وقتی گزینه Normal را انتخاب می کنید، Cura تلاش می کند که پرینت را به حالت عادی انجام دهد. وقتی حالت Surface Mode را انتخاب کنید، نرم افزار تنها دیواره های X-Y را چاپ می کند و این کار را با یک واحد قطر نازل انجام می دهد. این کار به شما اجازه می دهد که دیوارهایی بسازید که به هیچ حجم جامدی متصل نیستند. وقتی گزینه Both را انتخاب کنید، نرم افزار تنها قسمت های جامد را به صورت نرمال و دیواره ها را به حالت هندسی معیوب می سازد.



تفاوت سه حالت Surface، Both و Normal در قطعه - در حالت Surface یا سطح، فقط سطح (دیواره ها) مش XY را پرینت میکند (به جای مدل جامد یا حالت Solid)، پس خبری از تراکم داخلی، دیواره بالا و پایین و ساختارهای پشتیبانی نیست.

✓ پارامتر Mold: با چند کلیک ساده، قالب تزریقی قطعه خود را بسازید!

Print Sequence		All at Once	▼
Mold		<input checked="" type="checkbox"/>	
Minimal Mold Width		10.0	mm
Mold Roof Height		5.0	mm
Mold Angle		40.0	°
Surface Mode		Normal	▼
Spiralize Outer Contour		<input type="checkbox"/>	
Relative Extrusion		<input type="checkbox"/>	

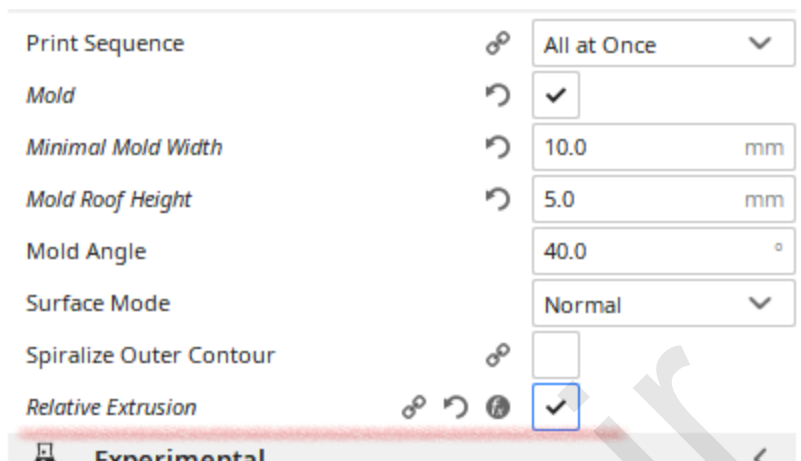
این حالت کاربرد بسیار خوبی برای ایجاد یک مدل خام (اولیه) جهت فرآیند سنتی قالبگیری است. یعنی مدل‌های نه چندان پیچیده را می‌توانید به صورت منفی چاپ کنید (دیواری آن را احاطه کرده است)، بنابراین قادر خواهید بود از چاپ تمام شده به عنوان قالب خام برای سایر مواد استفاده کنید. چند زیر گزینه در دسترس است:

- *Minimal mold with*: حداقل عرض قالب را مشخص می‌کند.
- *Mold roof height*: ارتفاع قالب را در بالای بخش افقی قطعه مشخص می‌کند.
- *Mold angle*: حداکثر زاویه ای است که قالب ممکن است در خارج از مدل ایجاد کند. به این ترتیب، در خارج از قالب نیازی به ساختار پشتیبانی نیست.



حالت Normal و Mold

## ✓ پارامتر Relative Extrusion :

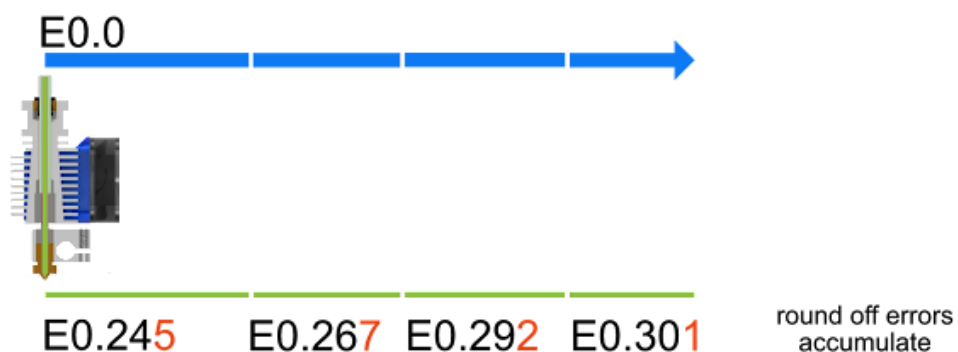


موقعیت یابی مطلق یا Absolute و نسبی یا Relative - دو روش متفاوت برای تعیین میزان جهش، حرکت و بیرون رفتن «نازل هد» پرینتر می‌باشند. از منظر تئوریک، در موقعیت یابی مطلق، اکسترودر از موقعیت "0" که مبدا نامیده می‌شود، شروع می‌کند. پس همه موقعیت‌های دیگر از آنجا به عنوان فاصله از مبدا ذکر می‌شود. برعکس با موقعیت نسبی، اکسترودر از یک مبدا "0" شروع می‌کند، اما هر بار که به موقعیت جدیدی حرکت کند، در آن مکان جدید دوباره به "0" بازنشانی می‌شود. پس هر حرکت، فاصله از محل قبلی است، نه از مبدا.

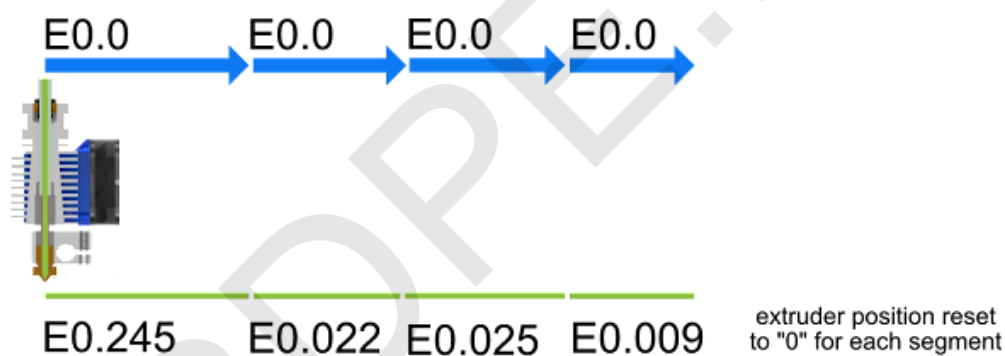
اگرچه اکستروژن مطلق و نسبی به یک شکل عمل می‌کنند ولی با اکستروژن مطلق، فاصله واقعی برای هر بخش/اکستروژن از مبدا E0.0 در نظر گرفته می‌شود و چون در پردازش ریاضی فایل پرینت، اعداد زیرین گرد می‌شود (رقم قرمز در نمودار صفحه بعد)، گاهی این خطاهای گرد شدن با پیشرفت چاپ جمع شده و ممکن است دقت اکستروژن را کاهش دهند. با اکستروژن نسبی، خطای گرد شدن اعشاری در هر حلقه ریست (بازنشانی) می‌شود تا روی هم انباشته نشود.

افراد حرفه‌ای پرینت سه بعدی توصیه می‌کنند تا برای دست یابی به بهترین دقت چاپ، اسلایس با مختصات اکسترودر نسبی فعال شود. با این کار از تجمع خطاهای گرد کردن که [Firm-Ware](#) هنگام استفاده از مختصات اکسترودر مطلق دچار آن می‌شود، جلوگیری می‌گردد. قبلاً تعداد کمی اسلایسر این قابلیت را داشتند ولی اکنون همه نرم افزارهای اسلایسینگ محبوب در آپدیتهای جدیدشان از مختصات اکسترودر نسبی پشتیبانی می‌کنند.

## Absolute Extrusion



## Relative Extrusion



نمودار تئوریک حالت Relative Extruder

مزیت دیگر فعال بودن پارامتر Relative Extruder در فشار بسیار کمتر پردازش فایل جی کد توسط مادربرد پرینتر سه بعدی است. ولی توجه داشته باشید که درایور و سخت افزار همه چاپگرهای سه بعدی با این آیتم سازگاری ندارد و باعث ایجاد خطاهایی جزئی مثل تخمین نادرست مصرف متریل در مقایسه با حالت معمول Absolute میشود.

روش تشخیص دو حالت فوق در فایل جی کد چگونه است؟!

در فایل پیش کد - یا سربرگ gcode این بخش قابل مشاهده است، چون توسط نرم افزار Slicer در بخش "هدر فایل GCODE" قرار داده میشود (gcode start slicer). معمولا کد حالت اکستروژن مطلق، M82 است درحالیکه کد حالت اکستروژن نسبی، M83 است. اکثر نرم افزارهای اسلایسنگ مشهور فعال کردن این گزینه را در یک منو یا چک باکس ساده فراهم کرده اند.

❖ نکته: فعال کردن Relative Extruder بر روی آیتم GCode Flavor تاثیر میگذارد.

✓ پارامتر GCode Flavor: مجموعه ساختارهای جی کد اختصاصی برای هر دستگاه با معماری عموماً Ultimaker

• *Ultimaker Original and Original+ : RepRap (Marlin| Sprinter)*

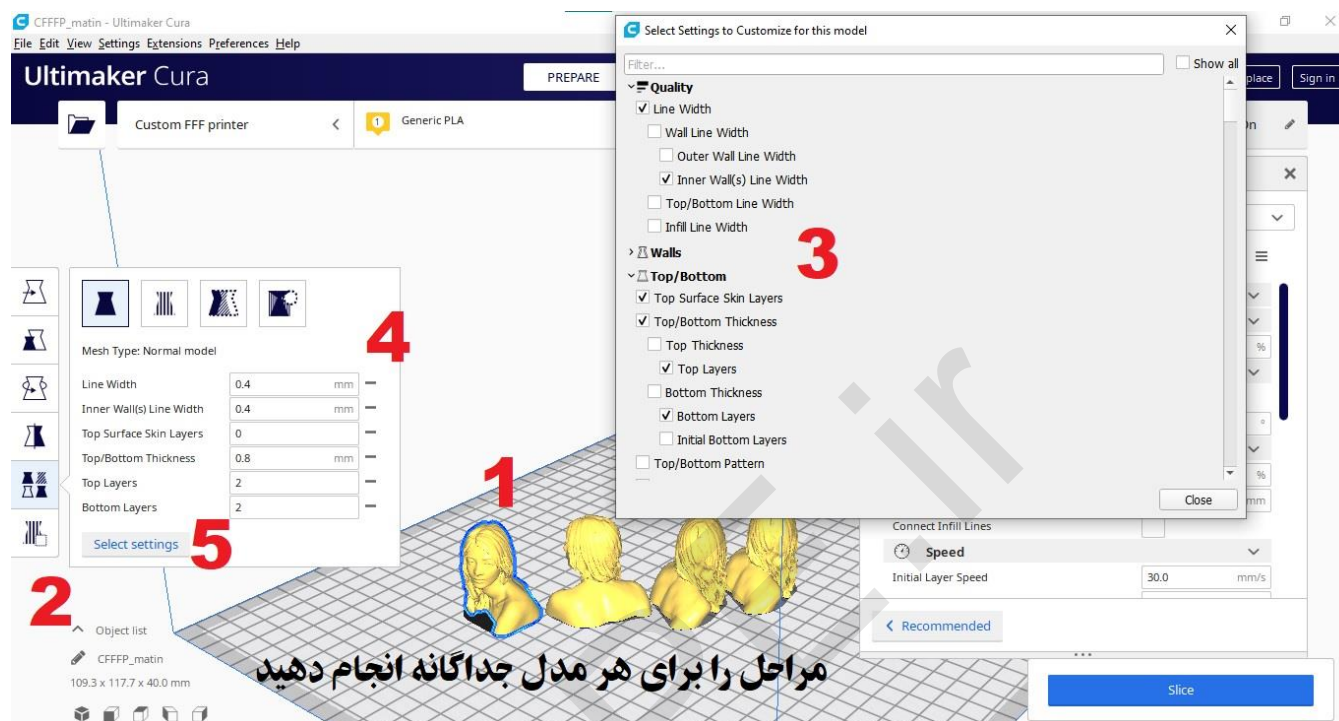
• *Ultimaker 2 and Ultimaker 2+ : UltiGCode*

• *Ultimaker 3: Griffin*

• *Ultimaker S-line: Griffin*



## ✓ پارامتر (Per Object Setting (Per Model Setting): اعمال تنظیمات متفاوت در هر بخش قطعه



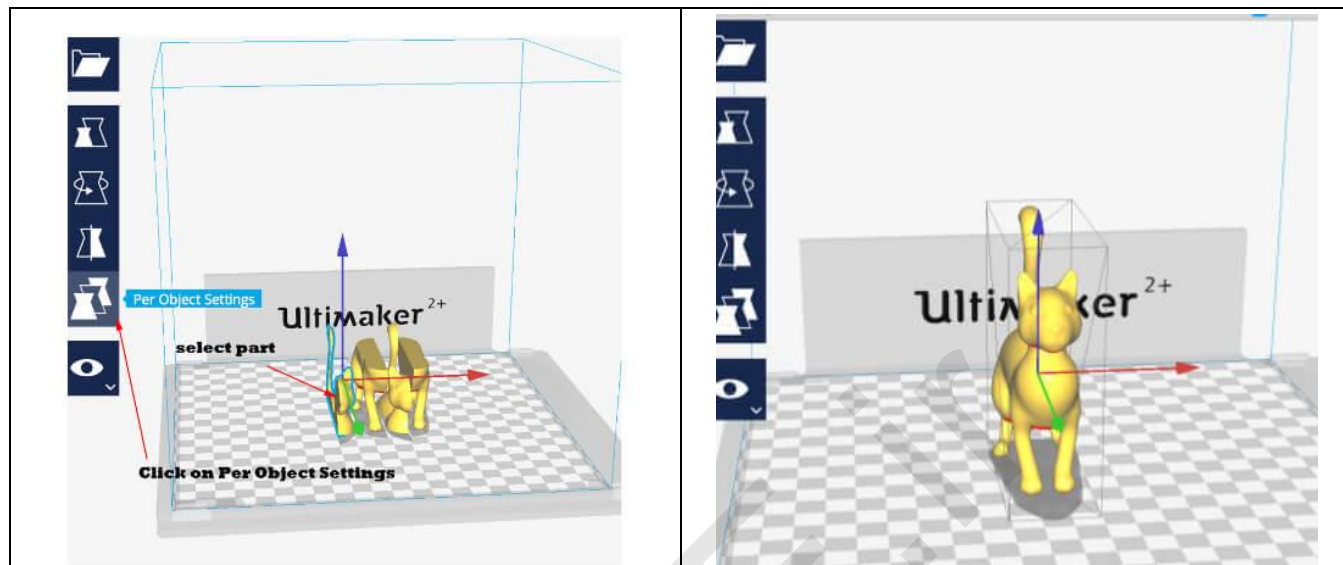
مراحل را برای هر مدل جداگانه انجام دهید

نرم افزار Cura ویژگی ای به نام Per Model Setting (با نام قدیم تر PerObjectSetting) در تولبار سمت چپ دارد که به شما اجازه می دهد تا چند تنظیم را در طول یک چرخه چاپ تجربه کنید. این گزینه به شما امکان می دهد تنظیمات متفاوت را روی بخش های مختلف مدل در بستر چاپ به کار ببندید.

- شما می توانید یک مدل را که به چند بخش تقسیم شده در نرم افزار Cura باز کرده، در هر پارت یک تنظیم متفاوت، در انتها همه پارتها به یکدیگر Merge Model کرده و پرینت انجام شود؛ زمانیکه چاپ به پایان رسید، می توانید بخشی از مدل را که کیفیت بهتری دارد انتخاب، تنظیمات آنرا ببینید و چرخه بعدی چاپ را با آن تنظیمات بهینه انجام دهید.
- شما میتوانید چند مدل را روی بستر قرار داده و هر مدل به دلخواه تنظیمات متفاوتی داشته باشند و در آخر همگی در یک بار چاپ تکمیل شوند.

ویژگی PerModelSetting فقط زمانی قابل دسترسی است که پانل تنظیمات چاپ روی حالت سفارشی Custom باشد. این ویژگی امکان داشتن چندین مدل در نرم افزار Ultimaker Cura با استراتژی چاپ متفاوت در یک صفحه ساخت را فراهم می کند. پس امکان چاپ آسان دسته ای از مدلها با شرایط متفاوت را برای اهداف مختلف فراهم میگردد.

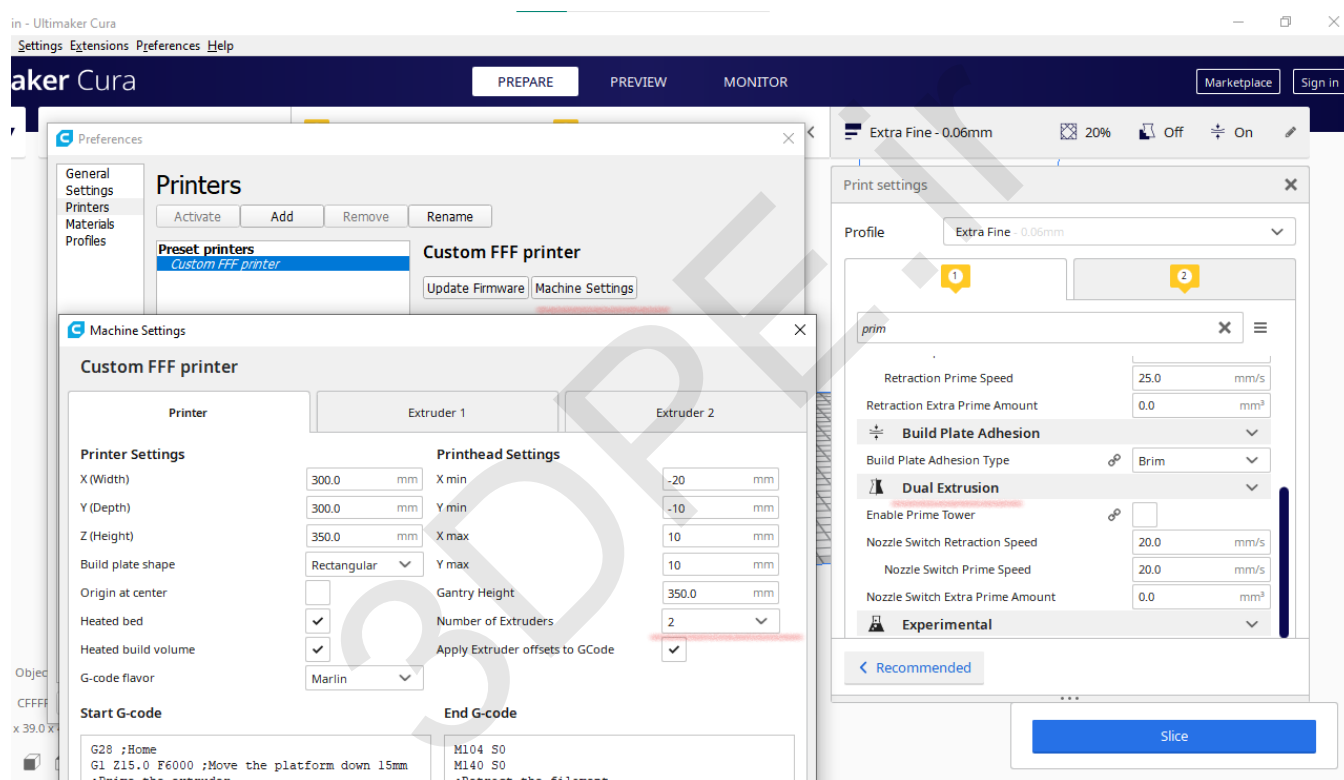




Per Object Setting : Per Model Setting برای پارت های متفاوت یک قطعه

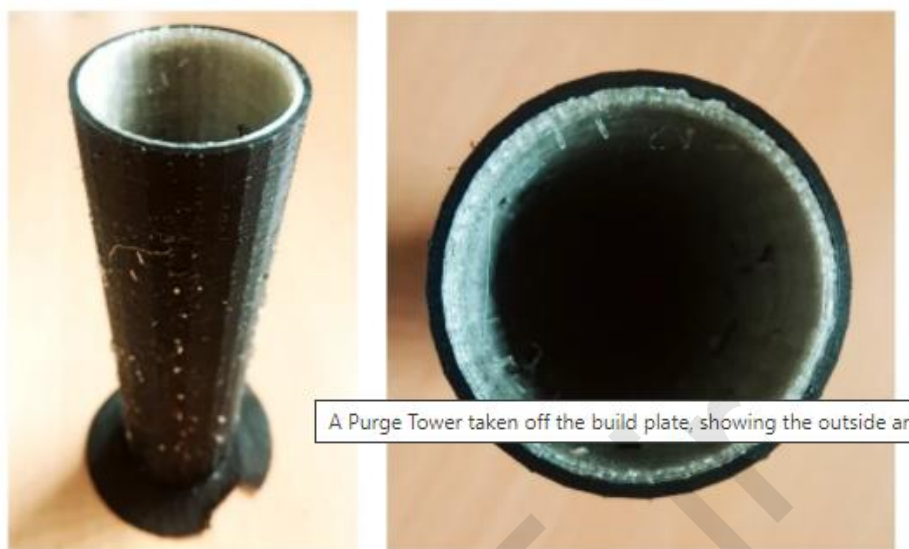
## 1. چاپ سه بعدی دو نازل با نرم افزار اسلایسینگ Cura (Dual Extrusion Settings)

در این بخش پارامترهای کاربردی مرتبط با پرینترهای سه بعدی [اکسترودر دوگانه](#) توضیح داده میشوند. با خواندن این مبحث، قادر خواهید بود مواردی مثل چاپ دو رنگ یا متریال مکمل و ... را در فرآیند 3D Print بکار ببرید.



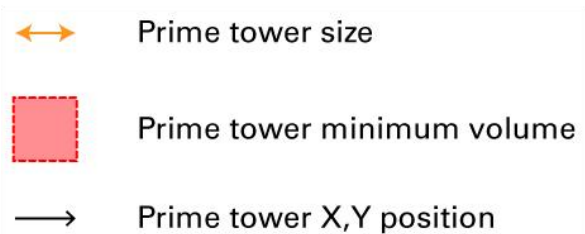
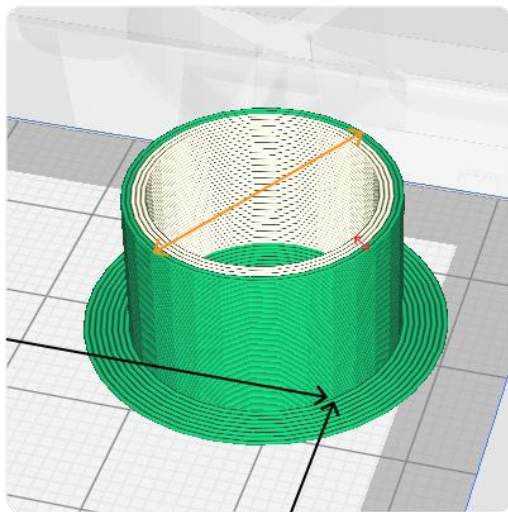
پارامترهای بخش Dual Ext فقط در صورتی قابل دستیابی است که چاپگر سه بعدی حداقل دارای دو نازل باشد.

## ✓ پارامتر Prime Tower (Purge Towers):



کمیتی است که در حجم هندسی برج ماندنی، مماس قطعه روی صفحه ساخت چاپگر ایجاد می شود تا قبل از پرینت لایه بعدی، نازل آماده شود. این امر باعث کاهش خطای oozing یا نشت فیلامنت، خطای جریان کم فیلامنت و افزایش کیفیت کلی چاپ می شود. Prime Tower یا Purge Towers دارای تعدادی زیر پارامتر قابل تنظیم است.

- Prime Tower Size: اندازه Prime Tower در جهت های X و Y است. هر چه بزرگتر باشد، Prime Tower دارای ثبات و پایداری بیشتری خواهد بود.
- Prime Tower minimum volume/thickness: حداقل اندازه Prime Tower است. حجم باید برای نازل کافی باشد تا کار به درستی انجام شود.
- Prime Tower X/Y Position: تعیین محل قرار گیری Prime Tower نسبت به نقطه اصلی در برنامه Cura است.
- Prime Tower Flow: مربوط به جریان کلی فیلامنت برای Prime Tower است. بصورت پیش فرض روی 100 درصد تنظیم شده است.
- Wipe inactive nozzle on prime tower: تمیز کردن نازل غیر فعال - پس از این که پرینت Prime Tower به وسیله نازل فعال انجام شد، نازل غیرفعال خود را تمیز می کند و این کار باعث پاکسازی نازل شده و از احتمال چکه کردن بر روی مدل اصلی جلوگیری می کند.
- Wipe nozzle after switch: به معنی تمیز کردن نازل - پس از این که یک نازل سوئیچ می شود، نازل فعال به پُر کردن یا Infill یک بخش پرینت شده می پردازد و به آرامی خود را تمیز می کند. این کار باعث پاکسازی نازل پیش از ادامه فرآیند چاپ می شود.
- Prime tower purge volume: برای اطمینان از محکم بودن برج پاکسازی و قابلیت نگهداری تمام مواد خروجی، نازل حجم کمی از فیلامنت را در داخل برج، پاکسازی می کند. این بخش مانند سطل زباله عمل می کند تا تمام مواد اضافی جمع آوری شود.



مفهوم برخی از کمیت‌های Prime Tower

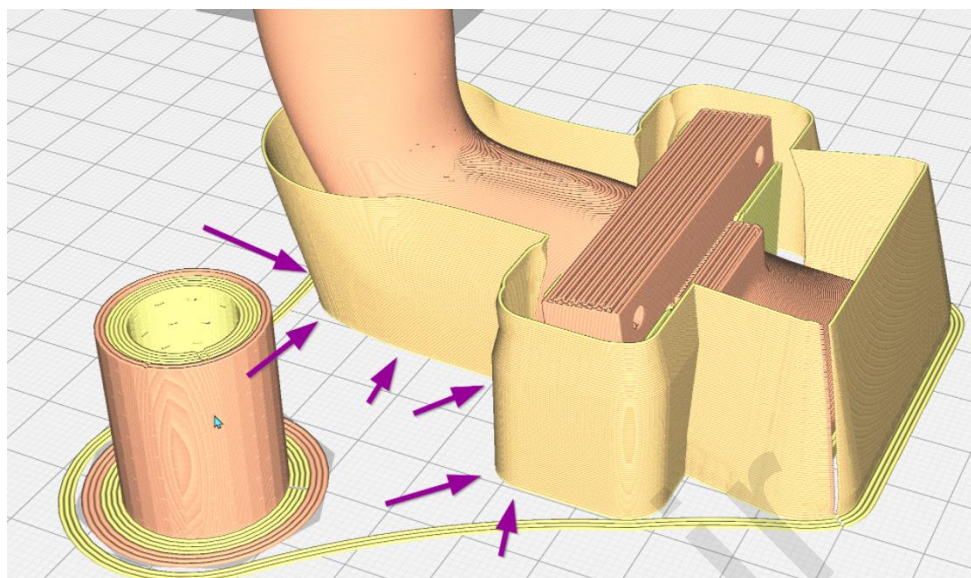
## ✓ پارامتر Ooze Shield:

## Draft Shield: در حالت پرینت سه بعدی تک نازله

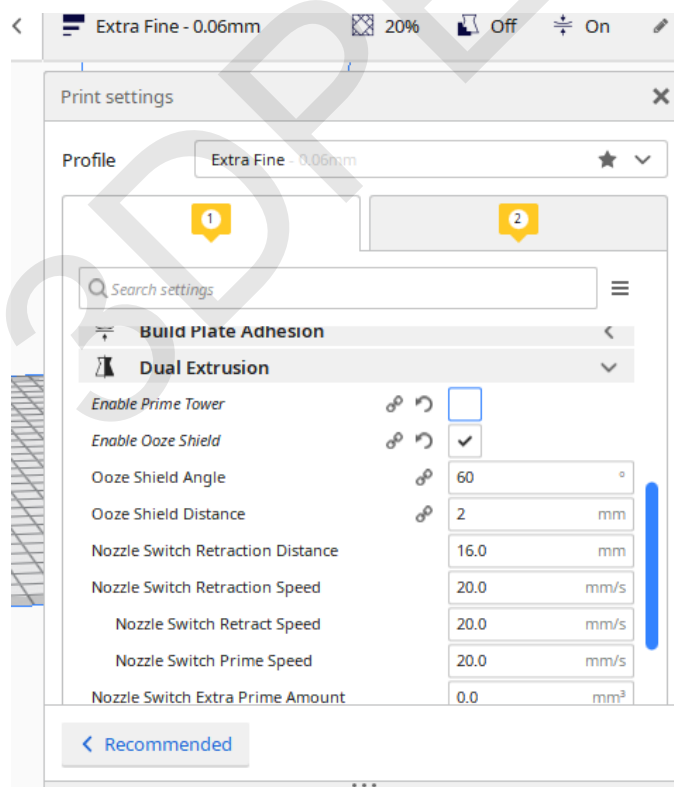
سپر محافظ یا Ooze Shield، یک دیواره عرضی تک لایه است که جداگانه در اطراف قطعه پرینت می شود. فعال کردن این گزینه زمانی توصیه می شود که پرینت خود را با متریالهای سخت چاپی مثل ABS و PETG انجام می دهید زیرا بخوبی میتواند از خطای ترک خوردگی... جلوگیری نماید (در پرینترهای سه بعدی محفظه باز این پارامتر بسیار کمک کننده است).  
حسن دیگر ooze Shield نرم افزار Cura در گرفتن نشستی فیلامنت است که پیش از چاپ هر لایه از نازل بیرون می آید. زیر پارامترهای این کمیت به شرح زیر هستند:

- Ooze Shield angel: تعیین حداکثر زاویه دیواره تا از فرو ریختن سپر جلوگیری شود.
- Ooze Shield distance: تعیین فاصله بین دیواره محافظ و مدل تا از برخورد و ادغام دیواره با سطح خارجی قطعه جلوگیری شود.

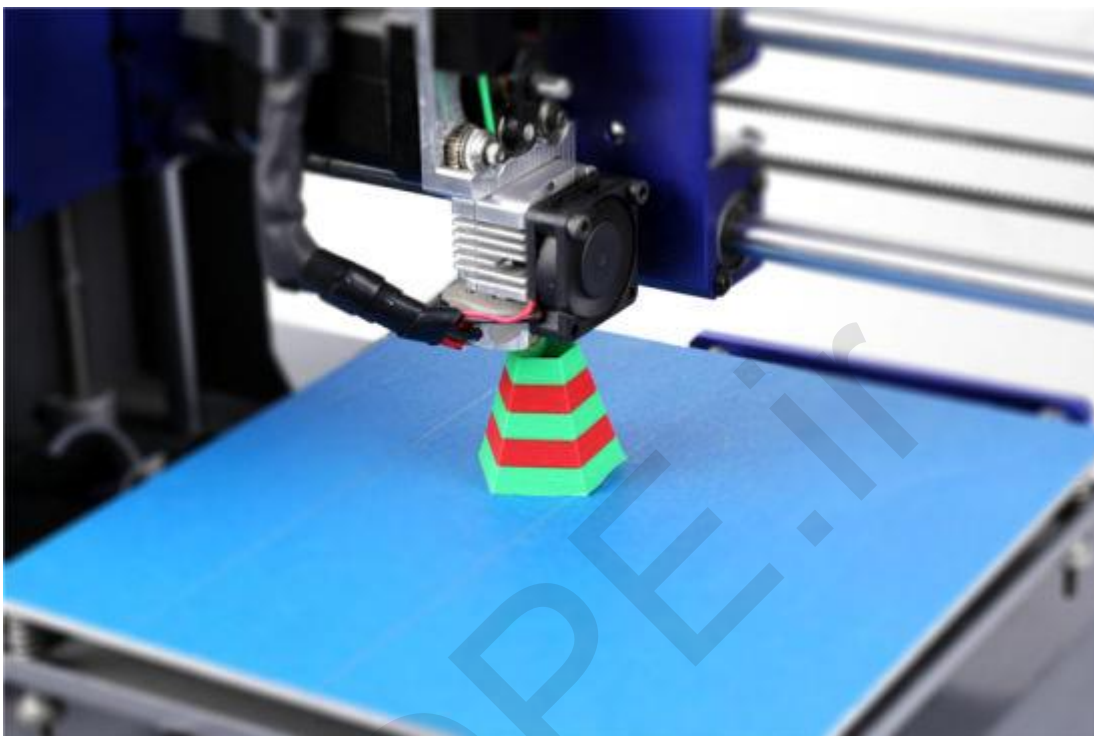
| ویدئوی مفهوم ooze Shield در پرینت سه بعدی |



قطعه سمت راست احاطه شده با OozeShield و قطعه سمت چپ احاطه شده با Prime(Purge)Tower



### ✓ پرینت سه بعدی دو رنگ (Two Color 3D Printing) با نرم افزار Cura:



چاپ سه بعدی یک قطعه با دو رنگ متفاوت فیلامنت یا متریال مکمل (ABS/HIPS-PLA/PVA) نه تنها ظاهر زیباتری را می آفریند، بلکه برجسته کردن جنبه های مختلف مدل سه بعدی را راحت تر می کند. برای انجام پرینت با دو رنگ فیلامنت یا متریال مکمل در یک قطعه واحد، شما نیاز به دو فایل STL جداگانه از قطعه (مدل دو پارته) دارید که با یکدیگر قرینه هستند. بنابراین مدل سه بعدی باید در نرم افزاری که طراحی شده است به این جفت قرینگی برسد یا اینکه از برنامه های دیگری مثل MeshMixer، FlashForge، SpaceClaim یا Autodesk ... برای دو نیم کردن قطعه استفاده کنید.

نکته: فایل های سه بعدی آماده سازگار با اکستروژن دوگانه در وبسایت Thingiverse.com بصورت رایگان قابل دانلود میباشند.

| [آموزش دانلود رایگان از سایت Thingiverse](#) |

در این آموزش، ما از مدل سه بعدی معروف «دریل دو رنگ Ultimaker» استفاده می کنیم که میتوانید آنرا از لینک زیر دانلود کنید:

[Drill-3DModel-Ultimaker.zip](#)



این فایل Zip شامل دو پارت جداگانه مدل در فرمت STL میباشد که باید در نرم افزار Cura تعیین رنگ فیلامنت شده و سپس در هم ادغام یا Merge شوند.

اکنون مراحل پرینت سه بعدی دو رنگ را شرح میدهیم:

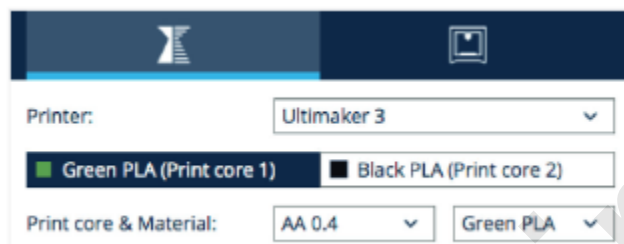
1. هر دو مدل سه بعدی را در نرم افزار «کیورا» ایمپورت کنید (انتخاب آیکون Open File که در گوشه چپ بالای نرم افزار).



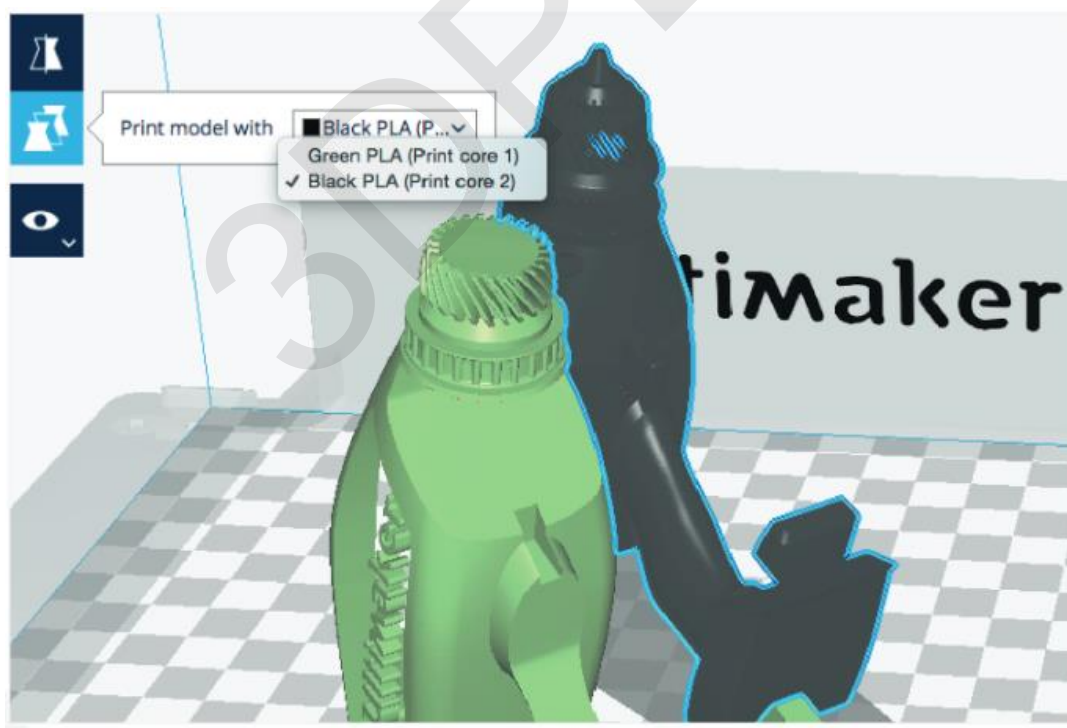
2. باید بررسی کنید که هسته و متریال پرینت درست باشند (از طریق نوار کناری). بخش Print Core 1 باید دارای یک هسته پرینت AA 0.4 باشد که با متریال PLA (رنگ اول شما) بارگذاری شده باشد. برای بخش Print Core 2 نیز یکسان است با این تفاوت که رنگ دوم شما روی آن تنظیم میشود. (برای انتخاب رنگ فیلامنت باید مسیر

Ultimaker > PLA > Color

را دنبال کنید.

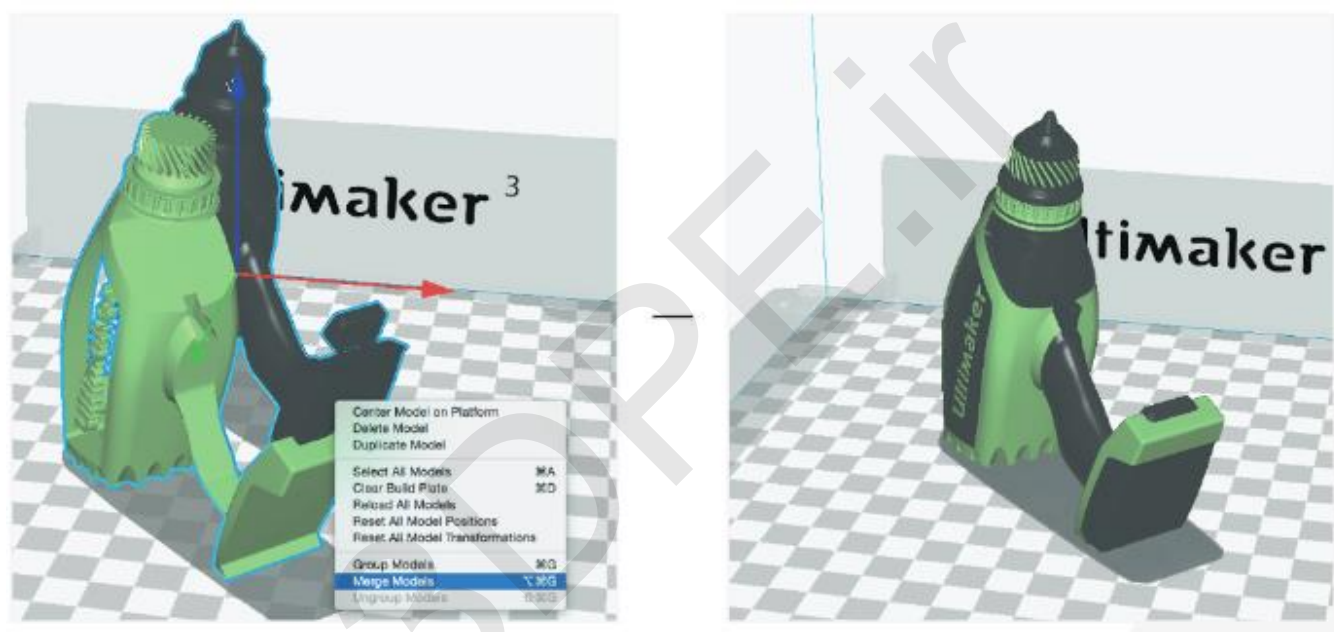


3. همه اجسام بارگذاری شده به طور پیش فرض با Print core 1 چاپ می شوند. مجموعه رنگ مواد در هر هسته چاپ، رنگ مدل مربوطه را منعکس می کند. برای تغییر هسته چاپ یا Core، مدل را با کلیک چپ روی آن انتخاب کنید. به بخش Per Model Settings در سمت چپ صفحه (نوار ابزار) بروید و Print model with Print core 2 را انتخاب کنید.

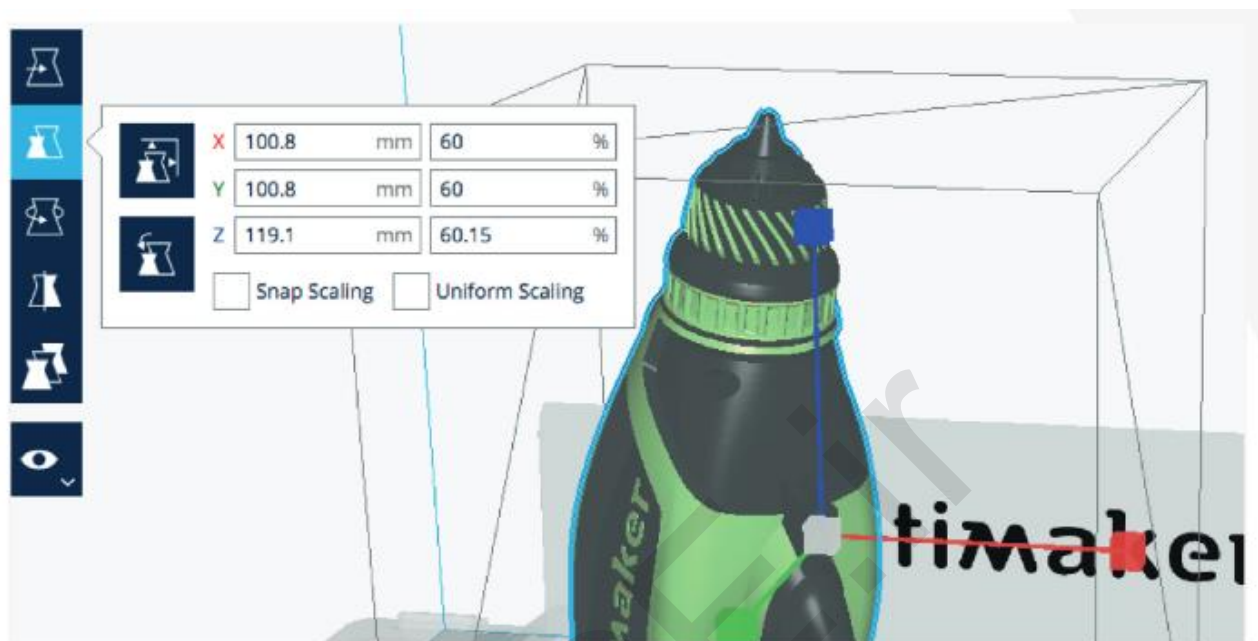


4. پس از انتخاب رنگ مورد نظر برای هر فایل، زمان ادغام آنها فرا میرسد. برای انتخاب همه مدل ها، باید دکمه shift کیبورد و کلیک چپ موس را نگه دارید. هنگامی که همه مدل ها انتخاب می شوند (با یک هایلایت آبی نشان داده می شوند)، راست کلیک کرده و Merge Objects را انتخاب کنید. مدلها بطور خودکار ادغام شده و آماده چاپ دوگانه می شوند.

نکات مهم: اگر مدلها آنطور که باید ادغام نمیشوند، یعنی اینکه فایل های مدل در نرم افزاری که طراحی گشته، درست اکسپورت نشده اند. این مشکل باید در نرم افزار طراحی اولیه حل شود - هنگام چاپ در صرفا دورنگ و بدون متریال مکمل، مدل را در بستر طوری بچرخانید تا به کمترین بافت نگهدارنده (Support) نیاز داشته باشد و بهترین کیفیت سطح برای قطعه فراهم شود.



5. Adjustment Tools: از این ابزار برای برای موقعیت یابی، مقیاس بندی و چرخاندن شی استفاده کنید. برای استفاده از Adjustment Tools، روی گروه مدل ادغام شده چپ کلیک کنید. با ادغام مدل ها، آنها به صورت گروهی تنظیم می شوند.

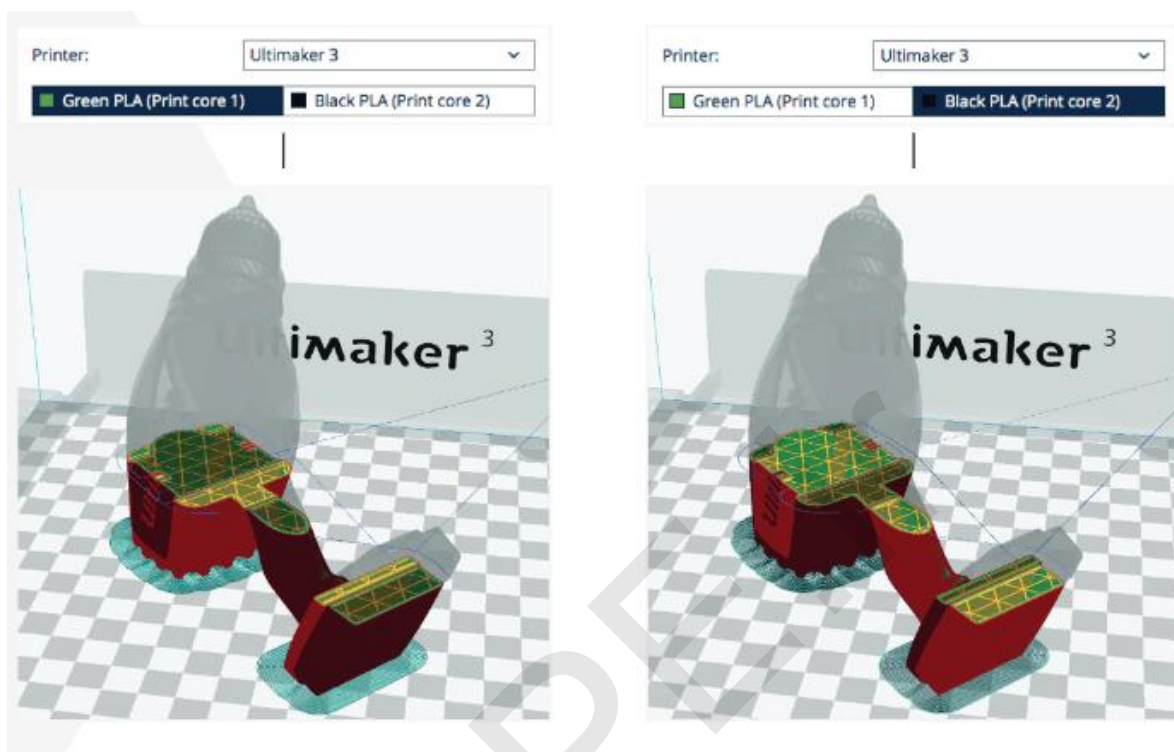


6. Profile quality: کیفیت نمایه را انتخاب کنید. گزینه ها عبارتند از: پیش نویس چاپ، چاپ سریع، عادی و با کیفیت بالا. کمیت ارتفاع لایه (دقت چاپ یا همان رزولوشن) به رنگ خاکستری روشن نمایش داده می شود.



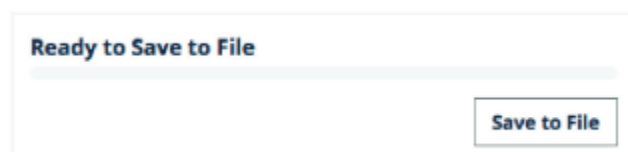
نکته: اگر پنل تنظیمات Cura در حالت Recommended باشد، در هر دو Core یا هسته پرینت، تنظیمات یکسان خواهد بود در حالیکه پنل بصورت Custom شما را قادر میسازد برای هر Core چاپ، کمیتهای متفاوتی مثل Infill- Shell ... بکار ببرید.

7. Layer preview: برای مشاهده نتیجه تنظیمات نمایه انتخاب شده، به حالت View رفته و لایه ها را انتخاب کنید. با انتخاب Print core 1 در نوار کناری، مدل برجسته می شود. این نشان می دهد که کدام قسمت ها با Print Core مربوطه چاپ می شوند. هنگام تعویض هسته چاپی قابل مشاهده، (انتخاب هسته چاپ در بالا سمت راست)، قسمت های مربوطه برجسته می شوند و قسمت هایی را که با چاپ هسته 2 چاپ می شوند نشان می دهد.



8. اکنون وقت Print نهایی رسیده است. پس فایل را برای خروجی فرمت Gcode اکسپورت کنید.

(Save File, Save to USB or Print Over Network)





اگر تمام مراحل نرم افزاری پرینت دو رنگ را در Cura درست طی کنید، در آخری چنین قطعه زیبایی را چاپ خواهید کرد.

| فیلم آموزشی پرینت سه بعدی دو رنگ با «کیورا» |



✓ پرینت سه بعدی دو نازل متريال مکمل (PLA و PVA) با نرم افزار Cura:



اکثر افراد، عاشق چاپ جداگانه ساختارهای نگهدارنده (ساپورت) با متريال فیلامنتهای قابل حل مثل PVA یا HIPS برای قطعات پیچیده هستند، بنابراین ما بعنوان آخرین بخش کتاب نرم افزار Cura به آموزش این مبحث کاربردی می پردازیم.

قبل از شروع این مبحث، چند نکته مهم را در ذهنتان نسبت به فیلامنت ترموپلاستیک PVA (Polyvinyl Alcohol) در نظر داشته باشید:

- 1) اکثر اوقات فیلامنت PVA در ایران بسیار گران است.
- 2) اغلب در بازار ایران به سختی میتوانید PVA با کیفیت پیدا کنید.
- 3) زمان چاپ با PVA اکثر اوقات بیشتر از پرینت تک فیلامنت PLA خواهد بود.
- 4) مدت زمان زیادی طول می کشد تا PVA کاملاً حل شود.
- 5) تنظیم چاپ دو نازل PVA و PLA برای آماتورهایی که تازه چاپ سه بعدی را شروع کرده اند، گیج کننده بوده و با خطاهای پرینت مواجه میشوند که با توجه به قیمت گزاف PVA، تسلط بر آن هزینه بر خواهد بود.

در چاپ سه بعدی، استفاده از PVA به عنوان یک ماده پشتیبان (Support Structure) به شما امکان می دهد، بدون آسیب رساندن به کیفیت چاپ، قطعات پیچیده هندسی را پرینت کنید. بنابراین در این آموزش سعی شده است که نحوه استفاده بهینه از PVA فقط در بخشهای لازم ساختار Support توضیح داده شود و مابقی ساختار ساپورت با همان متريال PLA پرینت شود تا زمان چاپ و هزینه متريال کاهش یابد.

یک ترفند ساده در Cura می تواند مقدار مواد PVA مورد استفاده بعنوان ساپورت را در چاپ شما به حداقل برساند. یعنی اینطور فکر کنید که فیلامنت قابل حل PVA فقط بعنوان یک لایه نازک بین ساختار پشتیبانی و مدل تنظیم شود و بقیه ساختار ساپورت با همان PLA پرینت شود.

به عبارت دیگر با این ترفند، می توانید نازل اکستروژن PVA را طوری تنظیم کنید که فقط این لایه رابط پشتیبانی را چاپ کند و نازل اصلی با همان مواد معمولی PLA بقیه ساپورت ها را چاپ کند.

به عکس زیر، با دقت نگاه کنید تا متوجه منظور ما بشوید:



در قطعه فوق فقط لایه رابط بین مدل و ساختار ساپورت با PVA چاپ شده که مصرف این فیلامنت گرانیقیمت، شدیداً کاهش یافته، کیفیت سطح قطعه عالی باقیمانده و زمان پرینت نیز کمتر شده است.

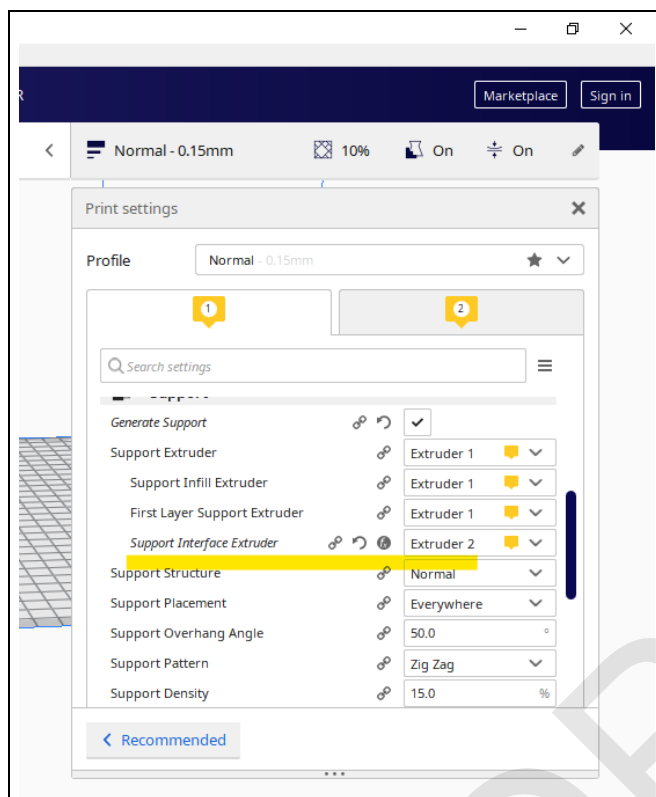
**این ترفند را چگونه در نرم افزار Cura پیاده سازی کنیم؟!**

با فعال کردن گزینه support interface نرم افزار Cura، یک لایه متراکم بین مدل و ساختار پشتیبانی ایجاد می شود. سپس، پوسته ای نازک در قسمت بالایی یا پایین تکیه گاه که روی مدل قرار گرفته است، ایجاد می شود.

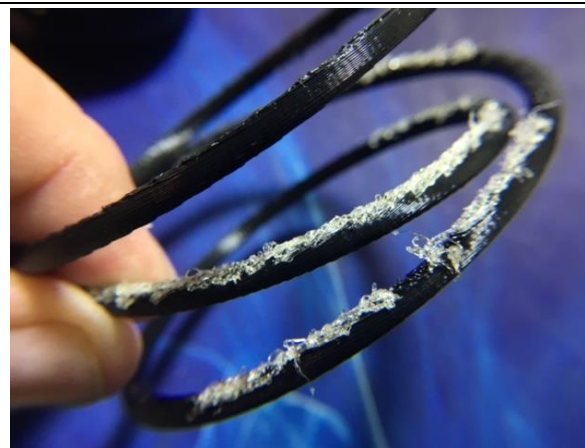
(در این کتاب در بخش Support، کمیت Support Interface توضیح داده شده است).

در عکس فوق، اگر تمام ساپورت ها با فیلامنت PVA ساخته شوند، حداقل 85 گرم از این ماده استفاده می شود ولی با تنظیم support interface برای نازل PVA، مقدار مواد محلول در آب مورد استفاده در این قطعه، تنها به 3 گرم کاهش می یابد.

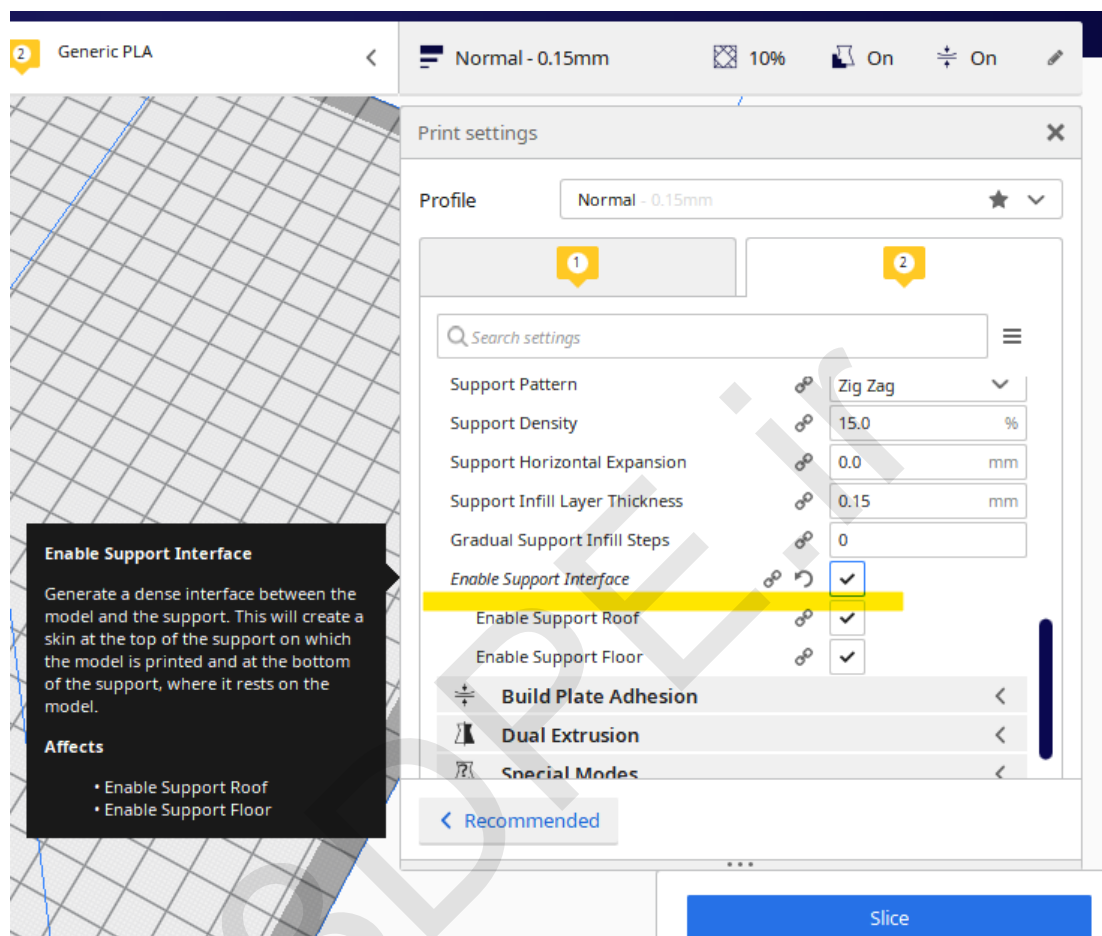
## ✓ پارامتر Support Interface:



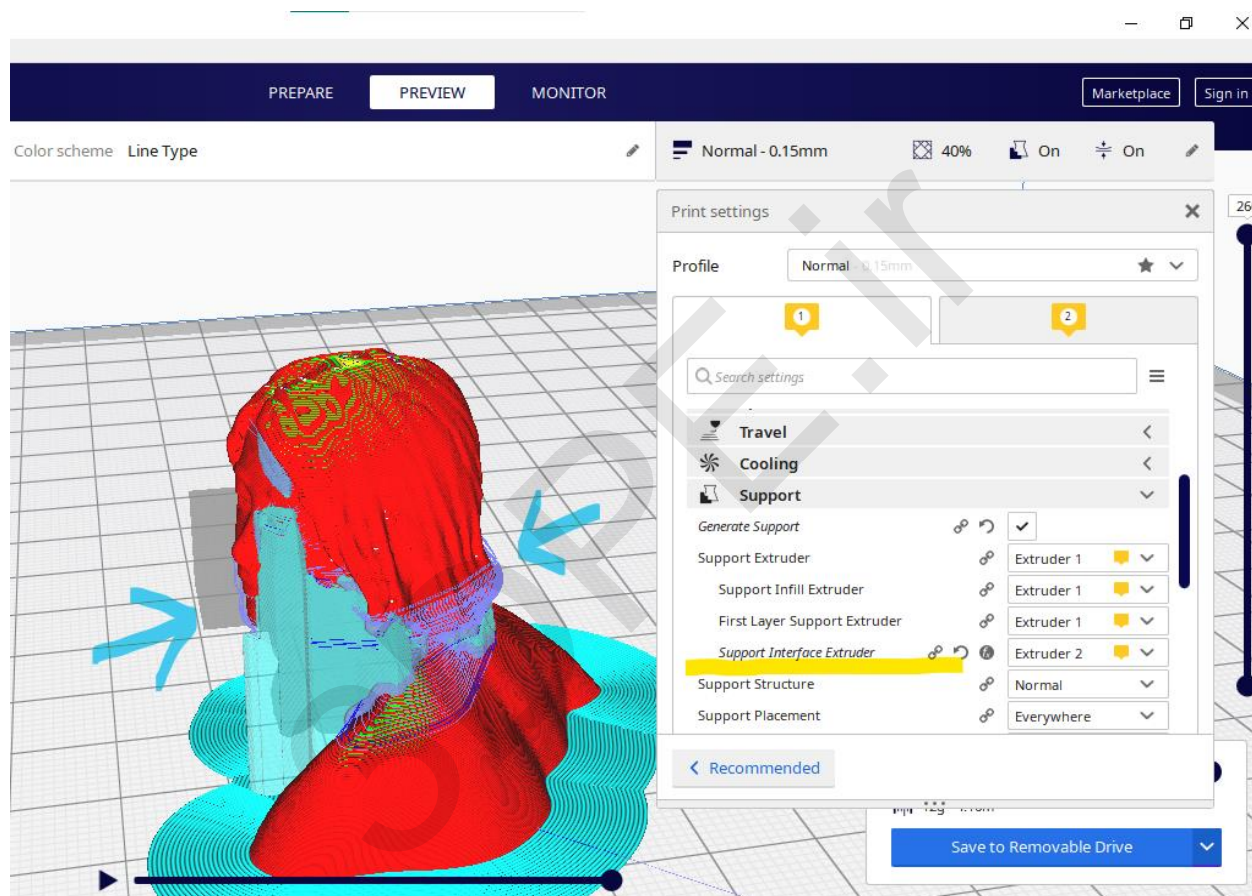
در این قطعه نیز در تنظیمات Cura، PVA فقط در یک منحنی نازک درست در بالا و پایین مدل بعنوان رابط مورد استفاده قرار گرفته و بقیه ساختار ساپورت با استفاده از ماده PLA چاپ شده. پس زمان چاپ این قطعه به حدود سه ساعت کاهش می یابد.



روند چاپ دو نازل با متریال PLA و PVA همانند بخش پرینت دو رنگ است که در صفحات قبل توضیح داده ایم.



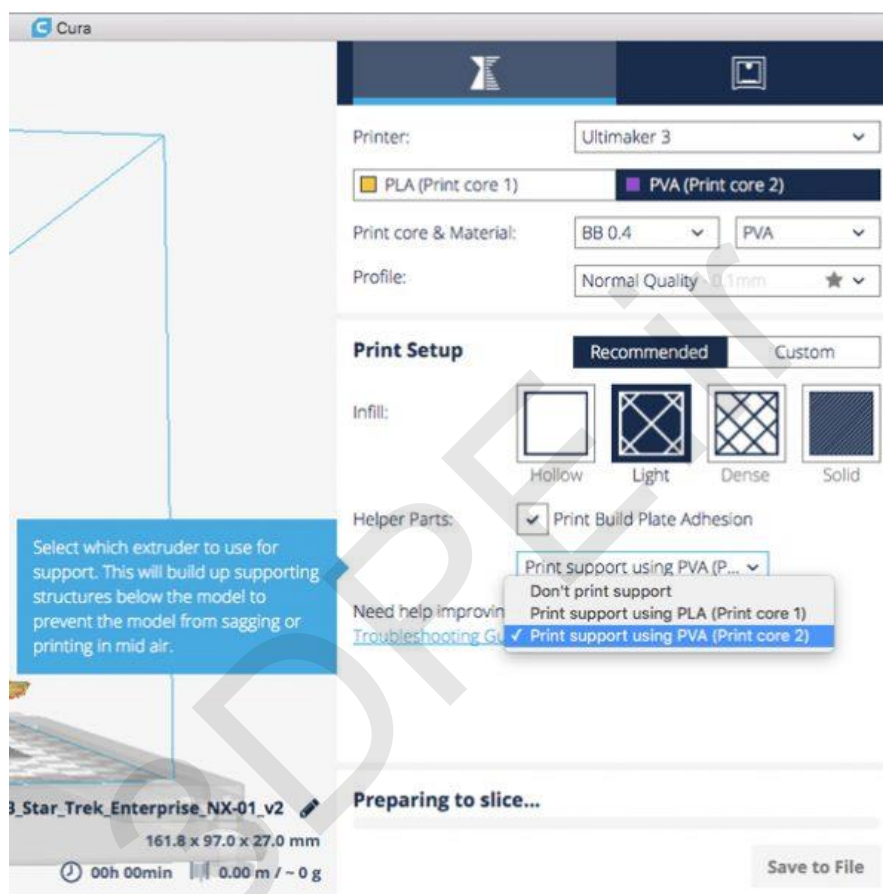
زیر تنظیمات بخش Support Interface فقط در پنل حالت Custom مشاهده میشود و در صورتی که پنل Recommended باشد، قابل دستیابی نیست. طبق راهنمای بخش Support در این کتاب، پارامترهای Support Interface را بدرستی تنظیم کنید تا قطعه شما دچار ازدیاد ساختار ساپورت نشود.



تنظیم بهینه بافت میانجی بین ساپورت و مدل با فیلامنت PVA

در عکس فوق - در بخش پیش نمایش چاپ Cura، بخشهایی که با فیلامنت PVA پرینت خواهند شد به رنگ بنفش قابل مشاهده است و بقیه بافت ساپورت با همان مترئال ساخت قطعه، یعنی PLA پرینت میشود.





پنل در حالت Recommended (حالت آسان برای افراد آماتور)

در عکس فوق کل ساختار ساپورت با PVA پرینت میشود که بعلت هزینه زیاد متریال، پیشنهاد نمی شود.



✓ شرایط استاندارد پرینت با متریال فیلامنت محلول در آب PVA:



- (1) در حالت پرینت سه بعدی تک نازل با PVA، شرایط دمایی اکسترودر برای این فیلامنت بین 215 تا 225 درجه سانتی گراد و دمای بستر ساخت حداقل 60 درجه سانتی گراد تنظیم میشود. ولی در حالتی که پرینت دو نازل بوده و PVA بعنوان متریال ساپورت در نظر گرفته میشود، شرایط دمایی بستر ساخت را برای متریال اصلی قطعه یعنی PLA تنظیم کنید.
- (2) فیلامنت PVA معمولاً بدون دردسر به بستر شیشه ای میچسبد ولی برای جلوگیری از هرگونه خطای ناخواسته پیشنهاد میشود حتماً از بستر گرم شونده و گزینه‌های بهینه سازی چاپ لایه اول مثل [Brim](#) در Cura استفاده شود و همزمان چسب ماتیکی با کیفیت نیز روی بستر شیشه ای مالیده شود (یا هر ابزار مشابه دلخواهتان مثل نوار چسب Blue Tape).
- (3) رول متریال PVA بعد از باز شدن از بسته بندی باید با دقت نگهداری و مصرف گردد. این متریال مستعد جذب رطوبت محیط پیرامون خود است که باعث ایجاد خرابی در باقیمانده ترموپلاستیک این فیلامنت گرانقیمت می شود. پس این متریال باید در اتاقی با دمای زیر 28 درجه و رطوبت کمتر از 40 درصد پرینت شود. در هنگامی که به مدت طولانی قصد استفاده از متریال PVA را ندارید، آنرا در یک کیسه قابل بسته شدن به همراه پدهای جذب رطوبت قرار دهید (پیشنهاد میشود بسته و کیسه این رول پس از باز شدن دور ریخته نشود تا برای نگهداری رول مصرف نشده استفاده گردند).

خب، در اینجا کتاب آموزش نرم افزار Cura را به پایان می بریم. ما تلاش کردیم مهمترین تنظیمات را پوشش دهیم، درحالیکه دهها تنظیم پنهان و نه چندان معمول دیگر در Cura ناگفته مانده است. در نرم افزار Cura 3D بیش از ۱۰۰ مورد تنظیمات Custom وجود دارد که ما در چاپ معمولی حداکثر ۴۰ مورد از آنها را استفاده می کنیم.

امیدواریم شما پس از تجربه کردن تنظیمات معمول Cura، از این هم فراتر رفته و تنظیمات پنهان دیگر را نیز امتحان کنید. قطعا فرآیند بهینه سازی پرینت سه بعدی با نرم افزار Cura برای بالا بردن کیفیت تا بالاترین حد ممکن، چالش بر انگیز و جذاب خواهد بود.



[دانلود کتاب متریالهای پرینتر سه بعدی](#)



[دانلود کتاب مفاهیم پایه پرینت سه بعدی](#)



[دانلود آموزش فایل پرینت سه بعدی](#)



[دانلود کتاب آموزش مدل سه بعدی رایگان](#)



[دانلود کتاب آموزش نرم افزار پرینت سه بعدی](#)



[دانلود کتاب آناتومی چاپگر سه بعدی](#)



3DPE.ir

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

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

[3DPE.ir](http://3DPE.ir)
[wa.me/989125257385](https://wa.me/989125257385)




”  
مورد اعتماد برترین سازمانهای ایرانی“

طیف اطلس  
گستر طاهها



ماشین سازی شمال  
ماشین سازی امید



تراکتور سازی ایران

ایران الکترونیک

