

****

**دانشگاه آزاد اسلامی**

**واحد تهران جنوب**

**دانشکده فنی مهندسی**

**مهندسی مکانیک -طراحی جامدات**

**عنوان:**

**نمونه سازی سریع، کاربرد و اساس آن و انواع نمونه سازی سریع ، مزایا و محدودیت ها**

**استاد راهنما :**

**دانشجو:**

**فهرست مطالب**

**عنوان**.......................................................................................................................................................................... **صفحه**

[چکیده 1](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334430)

[پیش گفتار 2](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334431)

فصل اول

مبانی نمونه سازی سريع و انواع آن

[مقدمه 7](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334434)

[1-1-معرفی نمونه سازی سریع 7](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334435)

[1-2-انواع روش های نمونه سازی سریع 9](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334436)

[1-3- اصول فرآيند نمونه سازی سريع 11](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334437)

[1-4- محدوديت هاي روش نمونه سازی سریع 13](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334438)

فصل دوم

انواع مدل سازی در روش RP

[2-1-روش های مدل سازی هندسی 16](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334441)

[2-1-1-مدل سازی قاب سیمی 17](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334442)

[2-1-2-مدل سازی سطوح 17](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334443)

[2-1-3-مدل سازی حجمی 18](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334444)

[2-2-نمونه سازي 19](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334445)

[2-3-ساخت سريع 20](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334446)

[2-4-ابزارسازي سريع 20](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334447)

[2-5-ريخته گري در خلا 21](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334448)

[2-6-ريخته گري دقيق 22](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334449)

فصل سوم

مقدمه ای بر فتوپلیمریزاسیون

[فصل سوم 24](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334452)

[مقدمه ای برفتوپلیمریزاسیون 24](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334453)

[3-1- فرایند فتوپولیمریزاسیون 24](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334454)

[3-2-پلیمریزاسیون رادیکالی 25](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334455)

[3-3-قدرت لیزر 27](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334456)

[3-4- انواع فتو پلیمرها 28](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334457)

[3-4-2-اپوکسی ها 29](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334458)

[3-5-دورنمای فتوپلیمرها 29](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334459)

[3-6-اصول و روش های تعیین خواص و پارامترهای رزین 30](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334460)

[3-7-استحکام سبز 31](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334461)

[3-8-پیچش کرل 32](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334462)

[3-9-تغییرات پیچش کرل با مقدار تابش لیزر 35](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334463)

فصل چهارم

معرفی روش های مرسوم در RP

[فصل چهارم 37](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334466)

[معرفي روش هاي مرسوم در RP 37](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334467)

[4-1-اهميت ، روند و كاربرد نمونه سازی سريع 37](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334468)

[4-2-سخت افزار SLA 41](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334469)

[4-2-1-سيستم ليزر 42](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334470)

[4-2-2-سيستم نوري 43](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334471)

[4-2-3-محفظه فرآيند ساخت 44](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334472)

[4-2-4-پاتيل رزين 45](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334473)

[4-2-5-مزايا و محدوديت ها 47](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334474)

[4-3- فرآيند نمونه سازی LOM 48](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334475)

[4-3-1-مزايا و محدوديت ها 50](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334476)

[4-4-تف جوشي انتخابي ليزر:(SLS) 51](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334477)

[4-4-1-مزايا و محدوديت ها 54](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334478)

[4-5-نمونه سازي به روشSGS 55](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334479)

[4-5-1-مزايا و محدوديت ها 55](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334480)

[4-6-معرفی فرآيند FDM 56](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334481)

فصل پنجم

طبقه بندی RP

[فصل پنجم 59](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334484)

[طبقه بندي RP 59](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334485)

[5-1-فرآيندهاي پايه فاز مايع 59](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334486)

[5-2- فرآيندهاي پايه فاز پودر 59](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334487)

[5-3-فرآيندهاي پايه ورق 60](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334488)

[5-4- فرآيندهاي پايه فاز گاز 60](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334489)

[5-5-مشخصه هاي فرآيندهاي RP 60](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334490)

فصل ششم

طراحی فرآیند برای ساخت لایه لایه

[فصل ششم 65](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334493)

[طراحي فرايند برای ساخت لايه لايه 65](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334494)

[6-1-اصلاح فايل هاي STL 66](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334495)

[6-2- تعيين جهت گيري ساخت 67](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334496)

[6-5-طراحي مسير 73](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334497)

فصل هفتم

فرآیند طراحی

[7-1- داده هاي مورد نياز 76](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334500)

[7-2- مدل سازي جامد 77](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334501)

[7-3-مدل سازي سه بعدي صفحه اي 78](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334502)

[7-5- پارامترهاي مورد نياز در طراحي به كمك كامپيوتر 80](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334503)

[7-6- نحوه قرار گرفتن قطعه 82](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334504)

[7-7- تكيه گاه ها 84](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334505)

فصل هشتم

کاربرد وسیع لیزر در نمونه سازی سریع و فرآیند SLA

[8-1- فرآيند تشعشع در استريوليتوگرافي 91](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334508)

[8-2- وضعيت امروز ليزرها در نمونه سازي سريع 95](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334509)

فصل نهم

بررسی قطعه کاربردی و نتیجه گیری

[9-1-مشخصات قطعه 97](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334512)

[9-2-زمان های ساخت سنتی قطعه 97](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334513)

[9-4-نتیجه گیری 100](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334514)

[منابع و مراجع 122](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334515)

[سایت ها 123](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20جامدات\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی\نمونه%20سازی%20سریع%20و%20بررسی%20یک%20قطعه%20کاربردی.docx#_Toc322334516)

فهرست جدول ها

عنوان............................................................................................................................................................................. صفحه

جدول1-5- مقايسه فرآيندهاي RP..............................................................................................................................57

**فهرست شکل ها**

**عنوان صفحه**

شکل4-1-شماتيكي از فرايند SLA..............................................................................................................................37

شکل- 4-2 نمونه هايي از قطعات توليدي به روش SLA.........................................................................................38

شكل- 3-4 اجزاي اصلي تشكيل دهنده سيستم SLA............................................................................................39

شكل 4-4- محفظه فرآيند ساخت................................................................................................................................41

شكل 4-5- شماتيكي از فرايند LOM........................................................................................................................45

شكل 4-6- مراحل پروسهLOM...................................................................................................................................46

شكل 4-7- نمونه اي از قطعات توليد شده به روشLOM......................................................................................47

شكل 4-8- شماتيكي از فرآيند SLS.............................................................................................................................47

شكل 6-1 - انواع ساختارهاي نگهدارنده.......................................................................................................................65

شکل 2-6- رويه هايي contours.............................................................................................................................67

شكل 3-6- پارامترهاي موثر در انتخاب ارتفاع مجاز لايه.........................................................................................68

شکل 7-1- مقاطع برش....................................................................................................................................................77

شكل 7-2 - فضاي كاري سيستم هاي مختلف نمونه سازي....................................................................................78

شكل 7-3- ايجاد تكيه گاه براي يك مدل جامد سه بعدي....................................................................................80

شكل 1-8 - اجزاء يك سيستم استريوليتوگرافي........................................................................................................85

شكل 2-8 - عمق پخت بر حسب ميزان تشعشع........................................................................................................86

شكل 3-8- انرژي ويژه بر حسب ميزان تشعشع........................................................................................................87

شكل 4-8 - وابستگي طول موج بر واحد كيفيت......................................................................................................87

شكل 5-8- نمونه اي از يك قطعه توليدي به روش SLA.......................................................................................89

شکل 9-1-ابعاد ماده ا………………………………………………….…..…………………………..…………97

شکل 9-2-مرحله فرز کاری اولیه...................................................................................................................................98

شکل9-3-مرحله اینسرت گذاری...................................................................................................................................99

شکل 9-4-مرحله جوش دهی......................................................................................................................................100

شکل 9-5-مته کاری اولیه............................................................................................................................................101

شکل9-6-کنترل ابعاد....................................................................................................................................................102

شکل 9-7-اینسرت گذاری ثانویه................................................................................................................................102

شکل 9-8-مرحله سنگ زنی........................................................................................................................................103

شکل 9-9-اندازه کنترل نهایی.....................................................................................................................................104

شکل 9-10-نمای لایه اول...........................................................................................................................................105

شکل 9-11-نمای لایه دوم...........................................................................................................................................106

شکل 9-12-نمای لایه سوم..........................................................................................................................................107

شکل 9-13-نمای لایه چهارم......................................................................................................................................108

شکل 9-14-نمای لایه پنجم........................................................................................................................................109

شکل 9-15-نمای لایه ششم........................................................................................................................................110

شکل 9-16-نمای لایه هفتم........................................................................................................................................111

# چکیده

هدف اصلی این پایان نامه بررسی و مطالعه بر روی آخرین پیشرفت های بشر در زمینه ساخت سریع می باشد .آنچه امروز در محصولات جهان پيشرفته صنعتي بيش از پيش خودنمايي مي كند تنوع،سرعت تغيير شكل و نحوه عملكرد آن ها است. بي شك ارزش و اهميت طرح هاي تحقيقاتي هنگامي بروز مي كند كه بتواند نتيجه نوآوري و خلاقيت را با حداقل هزينه و در كوتاهترين زمان ممكن نشان دهد تا در صورت نياز بتوان آن را اصلاح نمود و محصولي بدست آورد كه ضمن برآورده كردن نيازهاي بازار بتواند با ساير رقبا نيز رقابت كند.در فصل اول این تحقیق به آشنایی با فناوری نمونه سازی سریع واساس کار پرداخته شده است.در فصل دوم انواع روش های مدل سازی خطی، سطحی وحجمی پرداخته شده است. فصل سوم آشنایی با فرایند فتوپلیمرازاسیون می باشد.در فصل چهارم روش های اصلی و اساسی نمونه سازی سریع بیان شده است.درفصل پنجم طبقه بندی نمونه سازی سریع انجام گرفته است.در فصل ششم به توضیح مراحل فرایند پرداخته شده است.

در فصل هفتم فرایند طراحی مورد بررسی قرار گرفته است.در فصل هشتم به بررسی کاربرد لیزر دراین فرایند پرداخته شده است . در فصل نهم نیز به بررسی یک قطعه کاربردی و نتیجه گیری این تحقیق اختصاص یافته است.

# پیش گفتار

اولین نشانه های نمونه سازی سریع را می توان حداقل در دو زمینه تخصصی ساخت نقشه های برجسته از عوارض جغرافیایي[[1]](#footnote-1)و مجسمه سازی با استفاده از عکس های تهیه شده[[2]](#footnote-2) مشاهده نمود . نمونه سازي سريع فرايندي است كه در آن يك مدل فيزيكي به صورت مستقيم از يك مدل كامپيوتری تهيه مي شود كه اولين نمونه يك محصول در ابعاد حقيقي مي باشد و اغلب از جنس پلاستيك يا فلز مي باشد.

طراحي و ساخت نمونه با استفاده از روش هاي سنتی ، ممكن است به دليل زمان بر بودن اين فرايندها ماه ها به طول انجامد. اما با كمك نمونه سازي سريع اين زمان به حتي كمتر از يك روز نيز قابل كاهش است. آن چه امروز در محصولات جهان پيشرفته صنعتي بيش از پيش خودنمايي مي كند تنوع ، سرعت تغيير شكل و نحوه عملكرد آن ها است . بي شك ارزش و اهميت طرح هاي تحقيقاتي هنگامي بروز مي كند كه بتواند نتيجه نوآوري و خلاقيت را با حداقل هزينه و در كوتاهترين زمان ممكن نشان دهد تا در صورت نياز بتوان آنرا اصلاح نمود و محصولي بدست آورد كه ضمن برآورده كردن نيازهاي بازار ، بتواند با محصولات مشابه نيز رقابت كند .

شايد يكي از دلايل عدم موفقيت برخي طرح هاي تحقيقاتي نيز ريشه در عدم تحقق همين امر داشته باشد چرا كه به دليل بالا بودن هزينه هاي اجرايي و در بسياري از موارد طولاني بودن آن ها كه خود موجب تحميل هزينه هاي جانبي ديگر نيز مي باشد ، سازمان هاي تحقيقاتي اين جرأت را نمي يابند كه تا آخر ، كار را ادامه دهند و اغلب پروژه ها يا اصلاً اجرا نمي شوند و يا نيمه كاره رها مي گردند . از اين رو ، دستيابی و مجهز شدن به ابزارها و فناوری هاي پيشرفتۀ ساخت و نمونه سازی فرآورده های جديد ، ضرورتی اساسی برای توسعۀ صنعتی به شمارمی آيد .

نمونه سازي سريع يكي از پيشرفته ترين روش هاي ابداعی است كه با استفاده از آن مي توان به اهداف فوق رسيد. به طوری كه به كارگيري اين فن آوري گاهي تا 20 برابر كاهش قيمت و 10 برابر كاهش زمان توليد را در پی دارد .

اگرچه اين فن‌ آوري نيازي ديرينه براي صنعت به حساب مي آيد و انديشه هاي اوليه در اين زمينه از اوايل قرن ميلادي گذشته يعني حدود سال هاي 1902 آغاز گرديد، اما بسيار جوان است و تحقيقات، پيشرفت ها و گسترش اين پديده نوظهور در حدود سال هاي 89-1388 كه اولين دستگاه از نوع SLA(استريوليتوگرافي) توسط شركت آمريكايي به نام D systems3 به بازار عرضه گرديد بسيار سريع و پرشتاب صورت گرفته است.

روش استريوگرافي يكي از روش هاي تكنولوژي پيشرفته و جديد نمونه سازي سريع مي باشد كه اساس كار آن بر پليمريزاسيون(جامد سازي) يك رزين حساس در مقابل تابش اشعه ليزر بنا شده است.

امروزه روش استرليتوگرافي به عنوان يكي از بهترين شيوه هاي مدل سازي مورد استفاده مي باشد و با پيدايش اين تكنولوژي گام هاي نويني در ارتقاء صنعت مدل سازي برداشته شد و چشمان كاربران ساخت و توليد را به روش جديدي از توليد باز نمود.

از مهمترين دلايل نياز به مدل و نمونه در يك فرآيند توليد مي توان به موارد زير اشاره كرد:

1-نمايش طرح هاي جديد در مراكز توزيع و فروش و ارائه نمونه طرحي كه قصد ساخت آن را داريم به مشتري.

2-ارائه مدل به قالب سازي و يا ديگر عوامل ساخت و توليد قطعه.

3-انجام تبليغات و بازاريابي براي يك محصول جديد و در دست ساخت.

4-متقاعد كردن مديران به سود دهي يك طرح جديد.

5-تأييد كارآيي و عملكرد يك طرح جديد و توسعه يك مجموعه.

با به كارگيري اين فرآيند SLA و ديگر فرايندهاي نمونه سازي سريع و ساخت نمونه از قطعات مورد نظر آن هم در مدت زماني بسيار كوتاه نسبت به قبل مي توان حداقل از مزاياي زير بهره مند گرديد:

-بهينه سازي طراحي محصول

-افزايش كيفيت محصول

-كاهش زمان عرضه محصول به بازار

-كاهش قيمت تمام شده كالا

-افزايش تنوع در محصولات

-افزايش سرعت تغيير شكل و بهينه سازي طرح ها

بنا به دلايل فوق و دلايل بسيار ديگر، از بدو تولد اين فن‌آوري تاكنون شايد بيش از هزاران دانشمند و محقق در ده ها دانشگاه، شركت و سازمان بين المللي توجه خود را بر روي آن معطوف داشته اند و به فعاليت پرداخته اند كه اين امر موجب ده ها نوع ابداع و اختراع جديد در اين زمينه گرديده و صنعت جهاني را متحول ساخته است.

نمونه سازي سريع به يك سري فرآيندهاي ساخت گويند كه توسط آن ها مدل فيزيكي يك قطعه جامد مستقيماً از روي مدل سه بعدي هندسي آن كه توسط داده هاي اطلاعاتي يك سيستم طراحي كه به كمك كامپيوتر ايجاد شده ساخته مي شود.

اين مدل هندسي سه بعدي ممكن است از روش هاي زير ايجاد شده باشد:

با استفاده از نرم افزارهاي مدل سازي سه بعديCAD, MDT, SCAN CT, 3D Digitizer. پس از تهيه مدل سه بعدي هندسي، با تبديل اطلاعات مذكور به شكل فايل STL در واقع مدل قطعه مورد نظر را با استفاده از مثلث هاي بسيار كوچك تقريب مي زنند تا براي سيستم نمونه سازي سريع قابل دريافت باشد.

سپس مدل جديد را به لايه هاي نازكي در حدود mm125/0(در روش SLA) برش مي زنند و اطلاعات مربوط به اين سطوح مقطع را از كامپيوتر به دستگاه نمونه سازي سريع منتقل مي كنند تا در آنجا عمليات ساخت لايه اي صورت پذيرد.هندسه اولين لايه به وسيله ي اولين سطح مقطع ايجاد شده توسط كامپيوتر تعريف مي شود و سپس آن را به روي صفحه ي كاري قرار مي دهند و ساير لايه ها را روي آن بنا مي كنند.

اين فرآيند تا آنجا تكرار مي شود كه قطعه ي نمونه تكميل گردد، قطعه ي حاصل نمونه اي است مناسب براي تيم طراحي تا آن را به دقت و به خوبي بررسي نمايند و اشكالات و معايب آن را چه از نظر هندسي و ابعاد و چه از نظر كارايي بشناسد. همچنين براي بررسي ابعاد قطعاتي كه به صورت جذب و روان جا زده مي شوند بسيار مناسب است.

فرايند FDM، نمونه سازي با اكسترود مواد رشته اي در كنار يكديگر و ساخت يك لايه كه مقطعي از مدل سه بعدي مي باشد، قطعه را توليد مي نمايد، به گونه اي كه ضخامت مذكور با توجه به كاربرد و شرايط كاري توسط كاربر قابل انتخاب مي باشد.

در بخش نرم افزاري، در طي فرايندي، مدل سه بعدي ايجاد شده در نرم افزار ‌‍CAD به فرمت STL تبديل شده و با انتقال به نرم افزار QuickSlice لايه بندي شده و به فرمت SLC تبديل مي شود. در نهايت اطلاعات ويرايش شده با فرمت[[3]](#footnote-3) SML جهت ساخت به دستگاه انتقال مي يابد.

شركت سازنده ي اين سيستم Stratasys مي باشد كه دستگاه هاي مختلف با كاربري متفاوت از لحاظ مواد، ابعاد ساخت، سرعت و ارائه نموده است، اين دستگاه ها عبارتند ازFDM PRODIGY, FDM GENISYS, FDM 1650, FDM 8000, FDM MAXUM, FDM TITAN.

اين سيستم قابليت كار با مواد مناسبي از لحاظ مهندسي مثل پلاستيك ABS، پلي كربنات، پلي سولفون و پلي استر دارد كه در كنار ديگر مواد كاربردي مثل موم ريخته گري و الاستومر محدوده ي وسيعي از مواد را پوشش مي دهند.

علاوه بر مواد مذكور اخيراً ساخت قطعات سراميكي و فلزي نيز مورد توسعه و تحقيق قرار گرفته است كه نتايج اين تحقيقات حاكي از شرايط و ويژگي هاي مطلوب ساختاري مي باشند و اين بدان معناست كه در كنار انعطاف پذيري و نيز غير ليزري بودن، اين سيستم مدرن بيش از پيش مورد توجه صنعت قرار گيرد.

همچنان كه هم اكنون نيز در صنايع مهمي چون خودروسازي، هوافضا و… به كار گرفته شده و در كاهش هزينه و زمان ساخت بسيار مؤثر بوده است، به طوري كه فقط يكي از كاربردهاي آن يعني ابزار سازي سريع سهم عمده اي را در توسعه و بهبود ريخته گري دقيق و قالبگيري تزريق به عهده داشته است.

كاربرد ديگر اين سيستم در كم كردن فاصله ي زماني بين طراحي تا ساخت نهايي مي باشد، امروزه در صنعت رقابتي، اين پارامتر از اهميت بالايي برخوردار است.تکنولوژی water work یک مدل ساز خودکار است و مدل سازی را بدون دخالت دست ممکن می سازد ،علاوه بر این سیستم در بخش ساخت نیز سیستم magnadriveباعث افزایش دقت و سرعت ساخت تا دو برابر می شود.تلفیق این دو سیستم با سیستم غیر لیزری FDM تاثیر زیادی در کاهش زمان بین طراحی و ساخت دارد که به این سیستم جدید FDMQUANTUM گفته می شود. در فصل اول به آشنایی با فناوری نمونه سازی سریع واساس کار پرداخته شده است.در فصل دوم انواع روش های مدل سازی خطی، سطحی وحجمی پرداخته شده است. فصل سوم آشنایی با فرایند فتوپلیمرازاسیون می باشد.در فصل چهارم روش های اصلی و اساسی نمونه سازی سریع بیان شده است.درفصل پنجم طبقه بندی نمونه سازی سریع انجام گرفته است.در فصل ششم به توضیح مراحل فرایند پرداخته شده است. در فصل هفتم فرایند طراحی مورد بررسی قرار گرفته است.در فصل هشتم به بررسی کاربرد لیزر دراین فرایند پرداخته شده است. فصل نهم نیز به بررسی یک قطعه کاربردی و نتیجه گیری این تحقیق اختصاص یافته است.

1. Topoghraphy [↑](#footnote-ref-1)
2. photo sculpture [↑](#footnote-ref-2)
3. Stratasys Modeling machine Language [↑](#footnote-ref-3)