

بسم الله الرحمن الرحيم

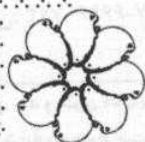
# پرینت سه بعدی (نمونه سازی سریع)

گردآوری و تالیف

جواد شهبازی کرمی

مهدی عینیگی

حمیده نادری



انتشارات شهبازی



|                     |                                                                                                |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | شهبازی کرمی، جواد، ۱۳۶۴ -                                                                      |
| عنوان و نام پدیدآور | پرینت سه‌بعدی: نمونه‌سازی سریع / گردآوری و تألیف جواد شهبازی کرمی، مهدی عین‌بیگی، حمیده نادری. |
| مشخصات نشر          | تهران: انتشارات شهبازی، ۱۳۹۵.                                                                  |
| مشخصات ظاهری        | ۱۶۰ ص: مصور (بخش رنگی)، جدول.                                                                  |
| شابک                | ۹-۱۱-۸۱۵۵-۶۰۰-۹۷۸-۱۲۰۰۰۰ ریال                                                                  |
| وضعیت فهرست نویسی   | فیا                                                                                            |
| عنوان دیگر          | نمونه‌سازی سریع.                                                                               |
| موضوع               | نمونه‌سازی سریع                                                                                |
| موضوع               | Rapid prototyping                                                                              |
| موضوع               | چاپ سه‌بعدی                                                                                    |
| موضوع               | Three-dimensional printing                                                                     |
| شناسه افزوده        | عین‌بیگی، مهدی، ۱۳۶۸ -                                                                         |
| شناسه افزوده        | نادری، حمیده، ۱۳۶۱ -                                                                           |
| رده بندی کنگره      | ۱۳۹۵ ۴۹۹ ش TS۱۷۱/۸                                                                             |
| رده بندی دیویی      | ۶۲۰/۰۰۴۲                                                                                       |
| شماره کتابخانه ملی  | ۴۴۰۰۴۷۴                                                                                        |

عنوان..... پرینت سه‌بعدی (نمونه‌سازی سریع)  
 مؤلفین: ..... جواد شهبازی کرمی - مهدی عین‌بیگی - حمیده نادری  
 ناشر: ..... انتشارات شهبازی  
 مدیر مسئول انتشارات: ..... جواد شهبازی کرمی  
 ناظر فنی: ..... سید حمید سجادی  
 حروفچینی و صفحه آرایی: ..... قاسمی (رها)  
 طراحی جلد: ..... حمیده نادری  
 چاپ و صحافی: ..... چاپ گنجینه نگار  
 نوبت چاپ: ..... اول ۱۳۹۵  
 شمارگان: ..... ۵۰۰  
 قیمت: ..... ۱۲۰۰۰۰ ریال  
 شابک: ۹-۱۱-۸۱۵۵-۶۰۰-۹۷۸-۱۲۰۰۰۰ ISBN: 978-600-8-55-۰۰۰-9

همراه: ۹۱۲۱۸۳۴۱۴۴

تلفن: ۴۴۱۳۸۶۴۴

WWW.ShahbaziPub.ir

وب سایت:

ShahbaziPub@gmail.com

ایمیل:

نمایندگی فروش تهران: پخش علوم پویا، میدان انقلاب، خیابان اردیبهشت (منیری جاوید)، نبش

کوچه نوروز، پلاک ۵۱، واحد ۱، تلفن: ۶۶۴۱۹۵۶۷-۶۶۹۶۰۷۷۳ تلفکس: ۶۶۹۶۰۷۷۲

توجه: کلیه حقوق مادی و معنوی چاپ و نشر، طرح روی جلد و عنوان کتاب با توجه به قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان، منسوب سال ۱۳۴۸ برای انتشارات شهبازی محفوظ است. هرگونه استفاده بدون مجوز کتبی از ناشر تخلف بوده و بر اساس بند (۵) ماده ۲۳ قانون قابل پیگیری در محاکم قضایی می باشد.

در فرآیند ساخت افزودنی، برخلاف روش ماشین‌کاری که به‌صورت کاهشی و براده برداری عملیات ساخت انجام می‌شود، مواد بر اساس الگوی سه‌بعدی مبتنی بر رایانه، به صورت لایه‌لایه، روی هم می‌نشینند. یکی از اهداف اساسی در این فناوری این است که بتوان بدون نیاز به انتقال لوازم و ماشین-آلات ساخت و تنها با داشتن داده‌های سه‌بعدی محصول و نوع مواد مورد نیاز آن، در هر نقطه دنیا کالای مورد نظر را چاپ کرد. با استفاده از فناوری ساخت افزودنی و یا چاپگرهای سه‌بعدی، به‌سادگی می‌توان ایده‌ها و طرح‌های خلاقانه مهندسی و معماری را در قالب ماکت‌های کوچک به عرصه ظهور درآورد. از نظرات و انتقادات صاحب‌نظران و مشتریان در جهت بهبود محصول استفاده نمود. پیشرفت در حوزه فناوری چاپ سه‌بعدی، تولید محصول نهایی با جنس‌ها و ابعاد و اندازه‌ی مختلف را نیز ممکن نموده‌است؛ اما هرچنان در اول راه است. این کتاب می‌تواند به عنوان مرجعی در زمینه‌ی ساخت و تولید محسوب شود و دانش‌آموزان، رشته‌های مهندسی مکانیک، هوافضا، عمران و معماری و صنایع گوناگون نظیر صنایع نظامی، هوافضا، خودرو، دری و پزشکی می‌توانند مخاطبین این کتاب باشند. از آنجایی که مطالب بیان‌شده در این کتاب دارای سطح سافت متعددی است، از خوانندگان و فرهیختگان محترم تقاضا می‌شود تا با ارائه نظرات و پیشنهادات خود، ما را در بهبود کتاب یاری بفرمایند. در نهایت خداوند متعال را سپاسگزاریم که به ما توفیق داد تا قدمی هرچند کوچک در راستای ارتقای سطح علمی کشور عزیزمان ایران برداریم.

پهنازی، کرمی - عین بیگی - نادری

## فهرست عناوین

### فصل اول: مقدمه‌ای بر روش‌های ساخت افزودنی..... ۱

- ۱.۱ مقدمه..... ۱
- ۲.۱ انقلاب صنعتی سوم..... ۳
- ۳.۱ کارخانه‌های تاریک..... ۴
- ۴.۱ فناوری فراگیر روش ساخت افزودنی..... ۶
- ۵.۱ پتانسیل‌های روش ساخت افزودنی..... ۹
- ۶.۱ مزایای استفاده از روش ساخت افزودنی..... ۱۱
- ۷.۱ مایزات موجود بین روش‌های ساخت افزودنی و ماشین‌کاری..... ۱۲
- ۷.۱ ساخت قطعات با جنس‌های مختلف..... ۱۳
- ۲.۷.۱ ساخت..... ۱۳
- ۳.۷.۱ تولید تمام پیچیده..... ۱۴
- ۴.۷.۱ دقت ساخت..... ۱۵
- ۵.۷.۱ برنامه‌نویسی دستگاه‌های ساخت..... ۱۶

### فصل دوم: راهنمای انتخاب جایگاه‌های سه‌بعدی..... ۱۷

- ۱.۲ مقدمه..... ۱۷
- ۲.۲ مدل مفهومی..... ۱۸
- ۳.۲ نمونه‌های اولیه کاربردی..... ۱۹
- ۴.۲ برنامه‌های پیش‌تولید..... ۱۹
- ۵.۲ ساخت دیجیتال..... ۲۰
- ۶.۲ مشخصه‌های چاپگر سه‌بعدی مناسب..... ۲۱
- ۱.۶.۲ سرعت ساخت نمونه..... ۲۱
- ۲.۶.۲ فناوری تولید و چاپ خودکار..... ۲۱
- ۳.۶.۲ هزینه..... ۲۲
- ۴.۶.۲ دقت ساخت..... ۲۳
- ۵.۶.۲ خصوصیات مواد اولیه..... ۲۴
- ۶.۶.۲ ظرفیت چاپ..... ۲۶
- ۷.۶.۲ رنگ..... ۲۶
- ۷.۲ کیفیت چاپ سه‌بعدی..... ۲۷

|    |                                                               |
|----|---------------------------------------------------------------|
| ۲۷ | ۱.۷.۲ عوامل مؤثر بر کیفیت چاپ سه بعدی                         |
| ۲۹ | فصل سوم: مروری بر پیشینه‌ی روش‌های ساخت افزودنی               |
| ۲۹ | ۱.۳ مقدمه                                                     |
| ۲۹ | ۲.۳ تاریخچه چاپ سه بعدی                                       |
| ۳۵ | ۳.۳ مشکلات چاپگرهای سه بعدی                                   |
| ۳۷ | ۴.۳ چاپگرهای چهاربعدی                                         |
| ۳۸ | ۱.۴.۳ مصالح هوشمند                                            |
| ۴۱ | ۲.۴.۳ خصایص مصالح هوشمند                                      |
| ۴۲ | ۳.۴.۳ سبک‌بندی مصالح هوشمند                                   |
| ۴۳ | ۴.۴.۳ انواع مصالح هوشمند                                      |
| ۴۵ | فصل چهارم: آشنایی با انواع روش‌های ساخت افزودنی               |
| ۴۵ | ۱.۴ مقدمه                                                     |
| ۴۷ | ۲.۴ فرآیند کلی روش‌های ساخت افزودنی                           |
| ۴۷ | ۱.۲.۴ ترسیم مدل سه بعدی قطعه در رایانه                        |
| ۴۸ | ۲.۲.۴ ذخیره مدل هندسی ایجادشده به فرمت STL                    |
| ۴۹ | ۳.۲.۴ انتقال فایل از رایانه به دستگاه لایه‌نگار AM            |
| ۵۰ | ۴.۲.۴ نصب و راه‌اندازی دستگاه لایه‌نگار                       |
| ۵۰ | ۵.۲.۴ آغاز به کار دستگاه و انجام عملیات ساخت لایه به لایه یکی |
| ۵۰ | ۶.۲.۴ پایان عملیات ساخت و جداسازی قطعه از میز کار دستگاه      |
| ۵۰ | ۷.۲.۴ پرداخت اولیه قطعه پس از خروج از دستگاه                  |
| ۵۱ | ۸.۲.۴ پرداخت کاری ثانویه و خروجی قطعه به‌عنوان محصول نهایی    |
| ۵۲ | ۳.۴ اصطلاحات متداول                                           |
| ۵۲ | ۱.۳.۴ ساخت به‌روش افزودنی یا روش ساخت لایه‌ای                 |
| ۵۲ | ۲.۳.۴ استریولیتوگرافی و یا چاپگرهای سه بعدی                   |
| ۵۳ | ۳.۳.۴ نمونه‌سازی سریع                                         |
| ۵۳ | ۴.۴ فرآیندهای مستقیم ساخت به شیوه‌ی لایه‌نگاری                |
| ۵۵ | ۱.۴.۴ فرآیندهای ساخت به روش پلیمریزاسیون                      |
| ۶۳ | ۲.۴.۴ فرآیندهای ساخت به‌روش همجوشی و ذوب                      |
| ۷۱ | ۳.۴.۴ ایجاد مدل با فرآیند اکستروژن-گذاخت لایه‌ای              |

|                                                          |                                                    |     |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----|
| ۴.۴.۴                                                    | ساخت به شیوه اتصال ورق‌ها (LLM).....               | ۷۷  |
| ۵.۴.۴                                                    | فرآیند همجوشی بازدارنده انتخابی (SIS).....         | ۸۱  |
| ۶.۴.۴                                                    | دستگاه لایه‌نگار در مقیاس بزرگ.....                | ۸۶  |
| ۷.۴.۴                                                    | رپ‌رپ و چاپگرهای سه‌بعدی منبع باز.....             | ۸۸  |
| ۵.۴                                                      | انواع سیستم‌های حرکتی در چاپگرهای سه‌بعدی.....     | ۹۵  |
| ۱.۵.۴                                                    | چاپگرهای سه‌بعدی کارترین.....                      | ۹۵  |
| ۲.۵.۴                                                    | چاپگرهای Core-XY.....                              | ۹۶  |
| ۳.۱.۴                                                    | چاپگرهای سه‌بعدی دلتا.....                         | ۹۶  |
| ۴.۵.۴                                                    | چاپگرهای سه‌بعدی دورانی.....                       | ۹۷  |
| <b>فصل پنجم: مروری بر کاربردهای ساخت افزودنی..... ۹۹</b> |                                                    |     |
| ۱.۵                                                      | مقدمه.....                                         | ۹۹  |
| ۲.۵                                                      | صنایع نظامی.....                                   | ۱۰۰ |
| ۱.۲.۵                                                    | ساخت درین در بناد میکرو.....                       | ۱۰۰ |
| ۲.۲.۵                                                    | ساخت اولین نفنگ فلزی با چاپگر سه‌بعدی.....         | ۱۰۱ |
| ۳.۵                                                      | صنایع پزشکی.....                                   | ۱۰۳ |
| ۱.۳.۵                                                    | ساخت دنده‌های قفسه سینه.....                       | ۱۰۴ |
| ۲.۳.۵                                                    | ساخت ایمپلنت تیتانیومی ستن فقط.....                | ۱۰۶ |
| ۳.۳.۵                                                    | ترمیم صورت توسط چاپ سه‌بعدی.....                   | ۱۰۷ |
| ۴.۳.۵                                                    | ساخت اعضای بدن با رشد دادن سلول بافته‌ای زنده..... | ۱۰۸ |
| ۵.۳.۵                                                    | ساخت ابزار جراحی بسیار کوچک.....                   | ۱۰۹ |
| ۶.۳.۵                                                    | ایمپلنت فک ساخته‌شده با چاپگر سه‌بعدی فلزی.....    | ۱۱۱ |
| ۴.۵                                                      | بیوچاپگرها.....                                    | ۱۱۳ |
| ۱.۴.۵                                                    | ساخت گوش زنده‌ی انسان با چاپگر سه‌بعدی زیستی.....  | ۱۱۵ |
| ۵.۵                                                      | صنایع هوافضا.....                                  | ۱۱۷ |
| ۶.۵                                                      | صنایع رباتیک.....                                  | ۱۲۱ |
| ۱.۶.۵                                                    | ساخت ربات‌های هوشمند از حشرات.....                 | ۱۲۲ |
| ۲.۶.۵                                                    | ربات پل‌ساز.....                                   | ۱۲۳ |
| ۷.۵                                                      | صنایع داروسازی.....                                | ۱۲۴ |
| ۸.۵                                                      | صنایع طلا و جواهرسازی.....                         | ۱۲۵ |

|       |                        |     |
|-------|------------------------|-----|
| ۹.۵   | معماری و ساختمان سازی  | ۱۲۷ |
| ۱.۹.۵ | ساخت و ساز سریع        | ۱۲۹ |
| ۱۰.۵  | صنایع خودرو سازی       | ۱۳۵ |
| ۱۱.۵  | صنایع مد و لباس        | ۱۳۹ |
| ۱۲.۵  | هنر طراحی و مجسمه سازی | ۱۴۰ |
| ۱۳.۵  | صنایع غذایی            | ۱۴۱ |
|       | فهرست منابع            | ۱۴۳ |

www.ketab.ir