

# تیتانوم و آلیاژهای آن در مهندسی پزشکی

تألیف:

دکتر سیدمهدی عباسی

محبوبه نفری قلعه

ویراستار علمی:

دکتر سعیدرضا بخشی

|                      |                                                                                                             |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| عنوان و نام پدیدآور: | عباسی، سیدمهدی، ۱۳۵۰ -                                                                                      |
| مشخصات نشر:          | تیتانیوم و آلیاژهای آن در مهندسی پزشکی / تألیف سیدمهدی عباسی، محبوبه نفری قلعه؛ ویراستار علمی سعیدرضا بخشی. |
| مشخصات ظاهری:        | تهران: دانشگاه صنعتی مالک اشتر، انتشارات، ۱۳۹۸.                                                             |
| شابک:                | م، ۴۵۳ص: مصور، جدول.<br>۹۷۸-۶۰۰-۷۷۳۶-۸۲-۱                                                                   |
| وضعیت فهرست‌نویسی:   | فیب.                                                                                                        |
| یادداشت:             | کتابنامه.                                                                                                   |
| یادداشت:             | واژه‌نامه.                                                                                                  |
| موضوع:               | تیتان - مصارف درمانی.                                                                                       |
| موضوع:               | آلیاژها - مصارف درمانی.                                                                                     |
| موضوع:               | مهندسی پزشکی.                                                                                               |
| شناسه افزوده:        | نفری قلعه، محبوبه، ۱۳۶۰ -                                                                                   |
| شناسه افزوده:        | بخشی، سعیدرضا، ویراستار.                                                                                    |
| شناسه افزوده:        | دانشگاه صنعتی مالک اشتر، انتشارات.                                                                          |
| رده‌بندی کنگره:      | ۶۱۶۷                                                                                                        |
| رده‌بندی دیویی:      | ۶۱۰/۱۰                                                                                                      |
| کتابشناسی ملی:       | ۷۶۸/۳۹                                                                                                      |



مجموعه کتابهای مواد و فناوری های سازش

|                         |                                        |
|-------------------------|----------------------------------------|
| عنوان کتاب:             | تیتانیوم و آلیاژهای آن در مهندسی پزشکی |
| تألیف:                  | محمود عباسی - محبوبه نفری قلعه         |
| ناشر:                   | انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر       |
| طرح روی جلد:            | فریناز عسگری                           |
| لیتوگرافی، چاپ و صحافی: | دانشگاه صنعتی مالک اشتر                |
| صفحه‌آرایی رایانه‌ای:   | امین پژوهش                             |
| ویراستار ادبی:          | امین پژوهش                             |
| شمارگان:                | ۱۰۰۰ جلد                               |
| نوبت چاپ:               | اول، تابستان ۱۳۹۸                      |
| قیمت:                   | ۱۸۵۰۰۰۰ ریال                           |

ISBN: 978-600-7736-82-1

کلیه حقوق چاپ برای ناشر محفوظ است.

نقل مطالب فقط با ذکر مشخصات کامل کتاب و با اشاره به نام ناشر مجاز است.

آدرس: تهران، لویزان، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، معاونت پژوهش و فناوری،

مدیریت دانش، انتشارات. تلفن: ۲۲۹۳۲۸۹۱

## پیش‌گفتار

نیاز روزافزون بشر در حوزه سلامت و پیشرفت‌های حوزه مهندسی و فناوری‌های مربوطه در طی سالیان اخیر، به کاربرد وسیع انواع مواد طبیعی و سنتزی در حوزه پزشکی منجر شده است. این مواد زیستی را می‌توان در دسته‌های فلزات، پلیمرها، سرامیک‌ها و مواد مرکب طبقه‌بندی کرد. از بین مواد مذکور، زیست‌ماده فلزی (بیومتال) به دلیل سهولت تأمین، هزینه‌های فرآوری نسبتاً کمتر، به‌طور گسترده‌ای در کاشتنی‌های پزشکی به‌عنوان انتخاب اولیه مورد استفاده قرار می‌گیرد. اساسی‌ترین ویژگی‌های یک زیست‌ماده بالینی، ناربری مطلوب شامل زیست‌سازگاری، چسبندگی زیستی استخوانی، خواص مکانیکی مناسب و مقاومت به خوردگی است. به‌همین دلیل تعداد محدودی از مواد فلزی با قابلیت کاربرد در حوزه زیست‌پزشکی وجود دارند.

امروزه مواد فلزی قابل استفاده در کاربردهای پزشکی عمدتاً شامل فولادهای زنگ‌نزن، آلیاژهای پایه کروم-کبالت، آلیاژهای پایه تیتانیوم و سایر آلیاژها (شامل تانتالم، طلا، پلاتین و فلزات ویژه) می‌شوند. آلیاژهای تیتانیوم به‌دلیل ترکیبی از خواص منحصربه‌فرد مانند استحکام بالا، چگالی کم، ایمنی بالا در برابر خوردگی، خستگی کامل در محیط بدن، سازگاری بالا، مدول یانگ نسبتاً پایین و ظرفیت و توانایی بالا در اتصال به استخوان یا بافت‌های دیگر؛ به‌عنوان اولین انتخاب برای اکثر کاربردها شناخته شده‌اند. به‌طوری‌که هر ساله بیش از ۱۰۰۰ تن آلیاژ تیتانیوم در طراحی و ساخت انواع وسایل پزشکی برای بیماران و جراحان، مورد استفاده قرار

می گیرد. به عنوان مثال در سال ۲۰۱۵، علاوه بر کاربردهای تجاری، ورزشی، خودرو و غیره، حدود ۱۵ درصد از کل بازار جهانی تیتانیوم به صنعت پزشکی، بهداشت و درمان اختصاص یافته است. این میزان رقم بزرگی است و رشد چشمگیری را نسبت به گذشته نشان می دهد.

تیتانیوم خالص و آلیاژ دوفازی Ti-6Al-4V، به دلیل ویژگی های اشاره شده، به عنوان مواد پزشکی ساختمانی و یا عملکردی جهت جایگزین نمودن بافت های سخت را حرایبی مانند استخوان لگن یا زانو و ایمپلنت های دندان استفاده فراوانی دارد. توسعه مواد تیتانیومی برای کاربردهای پزشکی و دندانی در حال حاضر یکی از حوزه های تحقیقاتی فعال در جهان است. در همین راستا فعالیت ها و تلاش های زیادی نیز در مراکز دانشگاهی، پژوهشی و صنعتی در داخل کشور برای بهبود شرایط مختلف در این زمینه در حال اجرا است.

کتاب حاضر در نه فصل به شرح زیر تدوین شده است: به دلیل اهمیت آلیاژهای تیتانیوم در صنعت پزشکی و تمرکز مؤلفین بر فرآوری و تولید بومی این دسته از مواد، فصل اول به معرفی این آلیاژها اختصاص یافته است. در فصل های دوم و سوم به ترتیب مهم ترین ترکیبات آلیاژی تیتانیوم مورد استفاده در پزشکی و بازار جهانی این مواد ارائه شده است. در ادامه در فصل های چهارم و پنجم به تمرکز بر ویژگی های زیستی و مکانیکی، به بررسی انواع واکنش های ایمپلنت های تیتانیومی در محیط بدن در دو حوزه زیست شناسی و ایمپلنتولوژی پرداخته شده است. در فصل ششم کاربردهای عمده این دسته از زیست ماده ها در قطعات و تجهیزات پزشکی به همراه جدیدترین طراحی های صورت گرفته تا زمان تألیف کتاب، ارائه شده است. در فصل های هفتم و هشتم به ترتیب به انواع روش های طراحی و تولید کاشتنی های پزشکی به ویژه پروتزهای استخوانی و ایمپلنت های دندان از جنس آلیاژهای تیتانیوم پرداخته شده است. در نهایت، در فصل نهم مشخصه های استاندارد آلیاژهای تیتانیوم پزشکی و

انواع آزمون‌های بررسی زیست‌سازگاری ارائه شده است. به‌منظور آشنایی بیش‌تر خوانندگان به انواع آزمون‌های بررسی زیست‌سازگاری، خلاصه‌ای از این آزمون‌ها در پیوست کتاب آورده شده است.

از آنجایی که اصطلاحات پزشکی در مجامع علمی عموماً با واژه‌های اصلی خود به‌کار می‌روند، درک واژه‌های تخصصی برای مخاطب در خارج از حوزه پزشکی ممکن است با مشکل همراه شود. به‌همین منظور مؤلفین جهت سهولت درک خوانندگان، تمام تلاش خود را در ارائه بهترین معادل‌سازی این اصطلاحات به زبان فارسی انجام داده‌اند. علاوه بر ذکر عناوین مصطلح انگلیسی در پاورقی، تعریف این اصطلاحات به صورت اژه‌نامه در انتهای کتاب نیز آورده شده است.

تألیف کتاب حاضر با توجه به پشتوانه علمی و تحقیقاتی فراوان مؤلفین در حوزه فرآوری آلیاژهای تیتانیوم و نیز با استفاده از منابع معتبر انگلیسی، صورت گرفته است. قابل ذکر است با وجود تمام سعی و سلاطین انجام شده در صحت مطالب، کتاب حاضر بدون نقص و کاستی نبوده و نیز به‌دلیل پیشرفت‌های روزافزون در حوزه زیست‌مواد فلزی و طراحی و ساخت آل‌ها، مطالب حاضر خالی از ایراد نخواهند بود. به‌همین منظور در جهت بهبود محتوای کتاب، به‌گرمی پیشنهاد و انتقاد سازنده را از طریق رایانامه‌های [Sma\\_abbasi@mut.ac.ir](mailto:Sma_abbasi@mut.ac.ir) یا [Mnafariq60@gmail.com](mailto:Mnafariq60@gmail.com) بازخورد دهید؛ مؤلفین به دیده منت خواهند پذیرفت.

در پایان خداوند متان را شاکریم که این توانایی را عطا فرمود تا بتوانیم به نگارش این کتاب همت گماریم. هم‌چنین از جناب آقای دکتر سعید رضا بخشی، دکتر پیمان صحراپور، و دکتر سعید صادق‌پور که در ویرایش علمی این اثر همکاری نمودند، صمیمانه سپاسگزاریم.

دکتر سیدمهدی عباسی، مهندس محبوبه نفری قلعه

بهار یک‌هزار و سیصد و نود و هشت