

# داربست‌های آمفیفلیک پتیدی نانو فایبر در ترمیم استخوان

امیر لrstانی  
عقیق غنوی



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



داربست‌های آمفی‌فیلک پتیدی

نانو فایبر در ترمیم استخوان

تالیف:

امیر لرستانی

دکتری دامپزشکی

عقیق غنوی



انتشارات موجک



سرشناسه: لرستانی، امیر، ۱۳۷۲-

عنوان و نام پدیدآور: داربست‌های آمفیفلیک پتیدی نانو فایبر در ترمیم استخوان/ تالیف امیر لرستانی، عقیق غنوی. مشخصات نشر: تهران: انتشارات موجک، ۱۴۰۰.

مشخصات ظاهری: ۱۰۴ ص.: مصور، جدول، نمودار (بخشی رنگی).

شابک: ۹-۲۸۷-۹۹۴-۶۰۰-۹۷۸-۴۵۰۰۰۰ ریال

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

یادداشت: کتابنامه: ص. [۹۵]-۱۰۴.

موضوع: داربست‌های بافتی

Tissue scaffolds: موضوع

موضوع: بافت‌ها -- مهندسی

Tissue engineering: موضوع

موضوع: نانوپزشکی

Nanomedicine: موضوع

موضوع: نانوذرات -- خواص درمانی

Nanoparticles -- Therapeutic use: موضوع

موضوع: خرگوش‌ها -- شکستگی استخوان -- درمان -- گزارش‌های بالینی

Rabbits -- Fractures -- Treatment -- Case studies: موضوع

شناسه افزوده: غنوی، عقیق، ۱۳۷۴-

رده بندی کنگره: R۸۵۷

رده بندی دیویی: ۶۱۲/۰۲۸

شماره کتابشناسی ملی: ۷۵۷۹۳۵۵

انتشارات موجک

واتساپ: ۰۹۳۶۳۰۳۱۲۵۸ | کانال: telegram.me/mojak1

تلفن مرکز پخش: ۰۲۶۳۲۷۰۵۳۱۸ - ۰۲۶۳۲۷۲۱۸۱۹ - ۰۲۱۶۶۱۲۷۵۹۳ - ۰۲۱۶۶۴۲۹۷۳۳

ایمیل: mojakpublication@yahoo.com

سایت: www.mojak.ir



عنوان: داربست‌های آمفیفلیک پتیدی نانو فایبر در ترمیم استخوان

تالیف: امیر لرستانی، عقیق غنوی

مشخصات ظاهری: ۱۰۴ صفحه، قطع وزیری

چاپ اول: بهار ۱۴۰۰، تیراژ: ۵۰۰ جلد

قیمت: ۴۵۰۰۰۰ ریال، شابک: ۹-۲۸۷-۹۹۴-۶۰۰-۹۷۸

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر برای انتشارات موجک محفوظ است. هیچ شخص حقیقی و حقوقی حق چاپ و تکثیر این اثر را به هر شکل و صورت اعم از فتوکپی، چاپ کتاب و ... را ندارد. متخلفین به موجب بند ۵ ماده قانون حمایت از ناشرین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

# فهرست مطالب

صفحه

عنوان

---

۱	پیش‌گفتار.....
۳	<b>فصل اول: نانو داربست</b> .....
۳	۱-۱ تعریف نانو داربست.....
۵	۲-۱ ویژگی‌های مکانیکی.....
۵	۳-۱ داربست‌های استخوان.....
۶	۴-۱ آناتومی اسکلتی.....
۸	۵-۱ آناتومی اندام خلفی.....
۸	۶-۱ استخوان بندی اندام خلفی.....
۸	۷-۱ مروری بر داربست‌های رایج در مهندسی بافت به منظور بازسازی بافت استخوان.....
۱۱	<b>فصل دوم: مهندسی بافت</b> .....
۱۱	۱-۲ تعریف مهندسی بافت.....
۱۱	۲-۲ سلول‌های بنیادی در مهندسی بافت استخوان.....
۱۴	۳-۲ داربست‌های مهندسی بافت.....
۱۴	۴-۲ خواص مورد انتظار از داربست‌های مهندسی بافت.....
۱۵	۵-۲ زیست‌سازگاری.....
۱۵	۶-۲ زیست تخریب پذیری.....
۱۸	۷-۲ خاصیت القای استخوانسازی.....

۸-۲ طراحی داربست‌های مهندسی بافت استخوان ..... ۱۹

### فصل سوم: بافت استخوان ..... ۲۱

۱-۳ تعریف بافت استخوان ..... ۲۱

۲-۳ انواع بافت استخوان ..... ۲۳

۳-۳ ترکیبات داربست‌های مهندسی بافت استخوانی ..... ۲۵

۴-۳ پلیمرهای طبیعی ..... ۲۵

۵-۳ پلیمرهای مصنوعی ..... ۲۶

۶-۳ بیوسرامیک‌ها ..... ۲۶

۷-۳ روش‌های ساخت داربست‌های مهندسی بافت ..... ۳۰

۸-۳ جداسازی فاز ..... ۳۰

۹-۳ روش گاز فوم ..... ۳۰

۱۰-۳ امولسیون یخ خشک ..... ۳۱

۱۱-۳ الکترورسی ..... ۳۱

۱۲-۳ نانو فایبر آمفیفیلیک پتیدی ..... ۳۲

۱۳-۳ زیست‌شناسی بافت استخوان ..... ۳۳

### فصل چهارم: آمفیفیلیک پتیدی ..... ۳۷

۱-۴ نانو فایبر آمفیفیلیک پتیدی به عنوان یک زیست ماده ..... ۳۷

۲-۴ خصوصیات ساختاری و مکانیکی ..... ۳۷

۳-۴ زیست‌سازگاری فیبروئین ..... ۳۹

۴-۴ در انجام سی تی اسکن، باید به چه نکاتی توجه کرد ..... ۳۹

۵-۴ مزایای سی تی اسکن چیست ..... ۴۱

### فصل پنجم: تحقیقات ترمیم استخوان ..... ۴۳



## فصل ششم: مواد مصرفی و روش ..... ۵۱

۱-۶ روش ..... ۵۱

۲-۶ مراقبت‌های بعد از عمل جراحی ..... ۵۱

۳-۶ ارزیابی مقطع نگاری رایانه ای ..... ۵۲

۴-۶ ارزیابی اولتراسونوگرافی ..... ۵۴

۱-۴-۶ ارزیابی کیفی اولتراسونوگرافی ..... ۵۴

۲-۴-۶ ارزیابی کمی اولتراسونوگرافی ..... ۵۴

۵-۶ ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها ..... ۵۵

## فصل هفتم: یافته‌ها ..... ۵۹

۱-۷ شاخص‌های توصیفی متغیرها ..... ۵۹

۱-۱-۷ سونوگرافی ..... ۵۹

۲-۱-۷ رادیوگرافی ..... ۶۳

۳-۱-۷ سی تی اسکن ..... ۶۷

۲-۷ نرمال بودن توزیع نمرات ..... ۷۰

۳-۷ استقلال عبارت خطا ..... ۷۱

۴-۷ نرمال بودن عبارت خطا ..... ۷۲

۵-۷ تحلیل فرضیه‌ها ..... ۷۳

## فصل هشتم: جمع‌بندی ..... ۸۷

۱-۸ بحث ..... ۸۷

۲-۸ نتیجه‌گیری ..... ۹۲

۳-۸ پیشنهادها ..... ۹۳

## منابع ..... ۹۵



## پیش‌گفتار

نانو داربست یا نانو اسکافولد یک فرآیند پزشکی است که برای بازسازی بافت و استخوان از جمله اعضا و ارگان‌ها استفاده می‌شود. نانو داربست یک ساختار سه بعدی است که از الیاف پلیمری بسیار کوچک تشکیل شده است. امروزه داربست‌های آمفی‌فیلیک پتیدی نانو فایبر نمونه‌های خوبی از این دسته بوده که به منظور پر نمودن شکاف‌های استخوانی کاربرد دارند. این مطالعه بر روی ۱۶ سر خرگوش نر سفید و بالغ با وزن  $2/5 \pm 3$  کیلوگرم با محدوده سنی ۱ سال انجام گرفت. خرگوش‌ها در شرایط یکسان نگهداری و تغذیه‌ای قرار داشتند در گروه آزمایش سوراخ ایجاد شده با قراردادن داربست‌های آمفی‌فیلیک پتیدی نانو فایبر در درشت نی سمت راست پر شد و در گروه شاهد در استخوان درشت نی سمت چپ سوراخی با قطر ۳ میلی‌متر ایجاد شده خالی گذاشته شد. هر دو هفته یکبار از خرگوش‌های دو گروه تحت مطالعه تصاویر رادیوگرافی، سی تی اسکن و سونوگرافی تهیه شد. با توجه به میزان  $F$  و سطح معناداری ( $P \leq 0/05$ )، می‌توان نتیجه گرفت که بین گروه شاهد و آزمایش در دو روند تفاوت معناداری وجود دارد. همچنین با توجه به اینکه میزان آمار  $F$  در روز ۴۵ و ۶۰ افزایش چشم‌گیری داشته است، می‌توان گفت که با گذشت زمان داربست‌های آمفی‌فیلیک پتیدی نانو فایبر تأثیر مثبت خود را بر روند درمان داشته‌اند. با توجه به میزان  $F$  و سطح معناداری ( $P \leq 0/05$ ) که همگی کوچکتر از پنج صدم می‌باشد، می‌توان نتیجه گرفت که بین گروه شاهد و آزمایش در روند التیام و ترمیم تفاوت معناداری وجود دارد. بنابراین می‌توان گفت که داربست‌های آمفی‌فیلیک پتیدی نانو فایبر تأثیر مثبت خود را بر روند درمان داشته‌اند. ارزیابی داده‌های کمی در این مطالعه نشان داد که داربست‌های آمفی‌فیلیک پتیدی نانو سبب شکل‌گیری استخوان جدید و

همچنین تسریع بازسازی ضایعه استخوانی می‌شود. نتایج حاصل نشان می‌دهد که داربست‌های آمفی‌فیلیک پتیدی نانو فایبر دارای خواص مکانیکی بی‌نظیر، آهنگ تخریب پذیری قابل تغییر و توانایی پشتیبانی از تمایز سلول‌های بنیادی مزانشیمی به سمت رده استخوانی هستند و از این دسته از مواد پایه پروتئین، می‌توان در ساخت انواع داربست برای کاربردهای استخوانی استفاده کرد، داربستی مناسب جهت فاکتورهای رشد آنژیوژنیک استفاده کرد. این فرآیند با تشکیل رگ‌های خونی جدیدی مرتبط است. تصور بر این است که هپارین با برهم کنش الکترواستاتیک به سطح الیاف آمفی‌فیلیک پتیدی متصل شده و این سیستم ترکیبی باعث ترغیب تشکیل رگ‌های خونی می‌شود این مسئله شکل‌گیری استخوان جدید و سرعت بازسازی ضایعه استخوانی را نیز افزایش می‌دهد.

شیوه سازماندهی کتاب حاضر به صورت زیر می‌باشد.

فصل اول: نانو داربست

فصل دوم: مهندسی بافت

فصل سوم: بافت استخوان

فصل چهارم: آمفی‌فیلیک پتیدی

فصل پنجم: تحقیقات ترمیم استخوان

فصل ششم: مواد مصرفی و روش

فصل هفتم: یافته‌ها

فصل هشتم: جمع‌بندی

در پایان، بر خود لازم می‌دانیم از همه عزیزانی که در مراحل گوناگون آماده‌سازی این کتاب ما را یاری نموده‌اند، صمیمانه تقدیر و تشکر نمائیم.

امیر لرستانی، عقیق غنوی

بهار ۱۴۰۰

# Amphiphilic Nanofiber Peptide Scaffolds in Bone Repair

Amir Lorestani

Aghiq Ghanavi

نانو داربست یا نانو اسکافولد یک فرآیند پزشکی است که برای بازسازی بافت و استخوان از جمله اعضا و ارگان‌ها استفاده می‌شود. نانو داربست یک ساختار سه بعدی است که از الیاف پلیمری بسیار کوچک تشکیل شده است. امروزه داربست‌های آمفیفیلیک پپتیدی نانو فایبر نمونه‌های خوبی از این دسته بوده که به منظور پر نمودن شکاف‌های استخوانی کاربرد دارند. این مطالعه بر روی ۱۶ سر خرگوش نر سفید و بالغ با وزن  $3 \pm 0.5/2$  کیلوگرم با محدوده سنی ۱ سال انجام گرفت. خرگوش‌ها در شرایط یکسان نگهداری و تغذیه‌ای قرار داشتند در گروه آزمایش سوراخ ایجاد شده با قراردادن داربست‌های آمفیفیلیک پپتیدی نانو فایبر در درشت نی سمت راست پر شد و در گروه شاهد در استخوان درشت نی سمت چپ سوراخی با قطر ۳ میلی‌متر ایجاد شده خالی گذاشته شد. هر دو هفته یکبار از خرگوش‌های دو گروه تحت مطالعه تصاویر رادیوگرافی، سی تی اسکن و سونوگرافی تهیه شد.

نتایج حاصل نشان می‌دهد که داربست‌های آمفیفیلیک پپتیدی نانو فایبر دارای خواص مکانیکی بی‌نظیر، آهنگ تخریب پذیری قابل تغییر و توانایی پشتیبانی از تمایز سلول‌های بنیادی مزانشیمی به سمت رده استخوانی هستند و از این دسته از مواد پایه پروتئین، می‌توان در ساخت انواع داربست برای کاربردهای استخوانی استفاده کرد، داربستی مناسب جهت فاکتورهای رشد آنژیوژنیک استفاده کرد. این فرآیند با تشکیل رگ‌های خونی جدیدی مرتبط است. تصور بر این است که هپارین با بر هم کنش الکترواستاتیک به سطح الیاف آمفیفیلیک پپتیدی متصل شده و این سیستم ترکیبی باعث ترغیب تشکیل رگ‌های خونی می‌شود این مسئله شکل‌گیری استخوان جدید و سرعت بازسازی ضایعه استخوانی را نیز افزایش می‌دهد.

