

# نانوالیاف پلیمری ضد میکروبی: تولید، خواص و کاربردها

مؤلفان:

دکتر حسن حسینی

دکتر مینو صدری

دانشگاه جامع امام حسین<sup>(ع)</sup>

دانشگاه صنعتی مالک اشتر

|                      |                                                                                     |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه:             | صدری، مینو، ۱۳۴۷ -                                                                  |
| عنوان و نام پدیدآور: | نانو الیاف پلیمری ضد میکروبی: تولید، خواص و کاربردها / مولفان مینو صدری، حسن حسینی. |
| مشخصات نشر:          | تهران: دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ۱۳۹۵                                                |
| مشخصات ظاهری:        | س، ۳۵۲ ص: مصور، نمودار.                                                             |
| وضعیت فهرست نویسی:   | فیاپا.                                                                              |
| یادداشت:             | کتابنامه.                                                                           |
| موضوع:               | نانو تکنولوژی زیستی                                                                 |
| موضوع:               | نانو پزشکی.                                                                         |
| موضوع:               | پلیمرها در پزشکی.                                                                   |
| موضوع:               | نانو الیاف.                                                                         |
| موضوع:               | مواد نانو ساختار - جنبه های بهداشتی.                                                |
| شناسه افزوده:        | حسینی، حسن، ۱۳۴۵ -                                                                  |
| شناسه افزوده:        | دانشگاه صنعتی مالک اشتر.                                                            |
| رده بندی کنگره:      | ۱۳۹۵ ص ۴ / ۲۵ / ۲۴۸ / TP                                                            |
| رده بندی دیویی:      | ۶۶۰ / ۶                                                                             |
| کتابشناسی ملی:       | ۴۲۲ - ۴۱                                                                            |



سازمان اسناد و کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران

پژوهشگاه علوم و فناوری زیست

|                         |                                                      |
|-------------------------|------------------------------------------------------|
| عنوان کتاب:             | نانو الیاف پلیمری ضد میکروبی: تولید، خواص و کاربردها |
| تالیف:                  | م و ص - حسن حسینی                                    |
| ناشر:                   | انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر                     |
| طرح روی جلد:            | فریناز عسگری                                         |
| لیتوگرافی، چاپ و صحافی: | انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر                     |
| صفحه آرایایی رایانه ای: | امین پژوهش                                           |
| ویراستار ادبی:          | امین پژوهش                                           |
| شمارگان:                | ۱۰۰۰ جلد                                             |
| نوبت چاپ:               | اول، تابستان ۹۵                                      |
| قیمت:                   | ۱۷۰.۰۰۰ ریال                                         |

ISBN: 978-600-5665-94-9

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، مرکز فناوری اطلاعات و مدیریت دانش،  
مدیریت انتشارات. تلفن: ۲۲۹۳۲۸۹۱

## پیش‌گفتار

سیر تحول و پیشرفت علوم و فنون در عصر حاضر شتابی روزافزون یافته است. علم و فناوری نانو توانایی به دست گرفتن کنترل ماده در ابعاد نانومتری و بهره‌برداری از خواص و پدیده‌های نانو، ابزار و سامانه‌های نوین در این بعد و در واقع رویکردی جدید در تولید محصولات مورد نیاز انسان است. به نظر می‌رسد علم نانو و علوم مرتبط با آن جدید نیستند. شاید بتوان گفت این فناوری در شکل نوین خود ریشه در پنجاه سال گذشته دارد. در سال ۱۹۷۴ م. برای نخستین بار واژه فناوری نانو توسط تانینگوچی ارائه شد و در دهه ۱۹۸۰ م. توسط دکتر درکسلر مورد بررسی قرار گرفت. هم‌اکنون طیف گسترده‌ای از علوم، از پزشکی، داروسازی و مهندسی ژنتیک گرفته تا صنایع نظامی، الکترونیک، خودرو و حتی صنایع آرایشی و بهداشتی تحت تاثیر فناوری و دانش نانو قرار گرفته‌اند. این فناوری با سرعت فراارشته‌ای خود، در آینده دربرگیرنده همه فناوری‌های امروزی خواهد بود.

سعی نویسندگان کتاب بر آن بوده است که مطالب ارائه شده برای علاقه‌مندان، دانشجویان و پژوهش‌گران نانوفناوری قابل فهم بوده و بتواند مورد استفاده واقع شود. مطالب این کتاب بر اساس برنامه‌های آموزشی بعضی از دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی معتبر دنیا تهیه و فراهم شده است. بر همین اساس این کتاب می‌تواند برای دانشجویان در مقاطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری مفید واقع شود. به همین دلیل در این راستا از مقالات معتبر، پایان‌نامه‌ها و کتاب‌های مختلفی استفاده شد تا کتاب حاضر تهیه گردد. همچنین نویسندگان تلاش کرده‌اند که، یک دید کلی از

خواص، روش‌های ساخت و کاربردهای نانوالیاف پلیمری ضد میکروبی برای خواننده متصور گردد. بدین منظور در فصل نخست، سعی کرده‌اند خواننده را با معرفی انواع مواد زیستی، کاربردهای آن‌ها و مفاهیم کلی زیست‌سازگاری آشنا کنند. در فصل دوم به نقش نانوفناوری در ساخت و کاربرد مواد زیستی شامل بررسی مقدماتی و بیان اصول کلی نانوفناوری و کاربردهای مواد مورد استفاده در پزشکی پرداخته و سعی شده تا ذهن خواننده برای مطالعه فصل‌های بعدی آماده گردد. سپس، در مورد باکتری‌ها، نمونت‌های باکتریایی و آنتی بیوتیک‌ها در فصل سوم؛ پلیمرهای مورد استفاده به عنوان مواد زیستی در فصل چهارم؛ نانوالیاف، روش‌های تولید و کاربردهای آن‌ها در فصل پنجم و در فصل ششم سنتز و خواص ضدباکتریایی نانوالیاف کیتوسان بررسی شده است.

در خاتمه لازم است از تلاش‌ها و زحمات سرکار خانم ساعده عرب‌سرخی و نرگس پشم‌فروش به خاطر همکاری، راهنمایی و ویرایش برخی از مطالب کتاب صمیمانه سپاس‌گزاری نمایم. از همکاران و مساعدت پژوهشکده علوم و فناوری زیستی و همچنین از مدیریت انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر به خاطر فراهم کردن امکان چاپ این کتاب تشکر و قدردانی می‌گردد.

دکتر مینو عباسی

دانشیار پژوهشکده علوم و فناوری زیستی

دانشگاه صنعتی مالک اشتر

## فهرست مطالب

### فصل نخست: معرفی زیست مواد و مفاهیم کلی زیست سازگاری ..... ۳

۱-۱- مقدمه ..... ۳

۲-۱- مواد زیست ..... ۴

۳-۱- زیست سازگاری ..... ۴

۴-۱- اجزای زیست سازگار ..... ۱۱

۵-۱- پاسخ بافت نرم به مواد زیستی ..... ۱۵

۶-۱- التهاب ..... ۱۸

۷-۱- پاسخ بافت سخت به مواد زیستی ..... ۱۹

۸-۱- پاسخ سامانه ایمنی بدن به مواد زیستی ..... ۲۱

۱-۸-۱- لاتکس ..... ۲۲

۲-۸-۱- کلاژن ..... ۲۲

۳-۸-۱- پلیمرهای سنتزی ..... ۲۲

۴-۸-۱- فلزات ..... ۲۴

۹-۱- پیامدها و نتایج پاسخ سامانه ایمنی ..... ۲۵

۱۰-۱- آزاد شدن و توزیع محصولات تخریب ..... ۲۶

۱۱-۱- برهمکنش های ماده - خون ..... ۲۹

۱-۱۱-۱- برهمکنش پلیمرهای سنتزی با خون ..... ۳۱

۱-۱۱-۱- برهمکنش پلیمرهای سنتزی آب دوست با خون ..... ۳۱

۲-۱۱-۱- برهمکنش فیلم های پوششی بسیار نازک با خون ..... ۳۲

۳۳ ..... ۱۱-۲- برهمکنش فلزات با خون

۳۳ ..... ۱۱-۳- برهمکنش مواد کربنی با خون

۳۴ ..... ۱۱-۴- برهمکنش غشاهای در تماس با خون

۳۴ ..... ۱۲-۱- برهمکنش سطوح مواد فعال زیستی با خون

## ۳۹ ..... فصل دوم: نقش نانوفناوری در تولید و کاربرد مواد زیستی

۳۹ ..... ۱-۲- مقدمه

۴۱ ..... ۲-۲- تعریف نانو فناوری

۴۳ ..... ۳-۱- کاربردهای نانوفناوری در علوم زیستی

۴۳ ..... ۱-۱-۲- نقش نانوفناوری در مهندسی بافت

۴۴ ..... ۲-۳-۲- نقش نانوفناوری در دارورسانی

۴۵ ..... ۳-۳-۲- نقش نانو فناوری در درمان سرطان

۴۶ ..... ۴-۳-۲- نقش نانو فناوری در بازگرداندن بینایی

۴۸ ..... ۴-۲- نانومواد خام و ساختار

۴۹ ..... ۱-۴-۲- نانوپلیمرها

۴۹ ..... ۲-۴-۲- درخت‌سان‌ها (دندریمرها)

۵۰ ..... ۳-۴-۲- لیپوزوم‌ها

۵۱ ..... ۴-۴-۲- نانوذرات لیپیدی جامد

۵۱ ..... ۵-۴-۲- فولرین‌ها و نانولوله‌ها

۵۴ ..... ۶-۴-۲- نانوذرات فسفات کلسیم

۵۴ ..... ۷-۴-۲- نانوذرات طلا

۵۶ ..... ۸-۴-۲- نانوذرات مغناطیسی

۵۸ ..... ۹-۴-۲- نانوذرات سیلیکا

۶۱ ..... ۱۰-۴-۲- نانوذرات هیدروکسی آپاتیت

۶۱ ..... ۱۱-۴-۲- نانوذرات آلومینا

## فصل سوم: باکتری‌ها، عفونت‌های باکتریایی و آنتی‌بیوتیک‌ها ..... ۶۵

- ۱-۳-۱- مقدمه ..... ۶۵
- ۲-۳-۱- ویژگی‌های عمومی باکتری‌ها ..... ۶۵
- ۳-۳-۱- شکل باکتری‌ها ..... ۶۶
- ۴-۳-۱- رده‌بندی باکتری‌ها ..... ۶۷
- ۳-۴-۱- رده‌بندی باکتری‌ها از نظر ساختار دیواره سلولی ..... ۶۷
- ۱-۱-۱-۳- خصوصیات باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی ..... ۶۷
- ۳-۴-۱- رده‌بندی باکتری‌ها از نظر تکاملی ..... ۶۹
- ۳-۴-۳- رده‌بندی باکتری‌ها از نظر کسب انرژی ..... ۶۹
- ۳-۴-۴- رده‌بندی باکتری‌ها از نظر ایجاد بیماری ..... ۷۱
- ۵-۳-۱- عفونت‌های باکتریایی ..... ۷۲
- ۱-۵-۳- مراحل عفونت و آسیب‌های باکتری‌ها ..... ۷۳
- ۲-۵-۳- عفونت ایجاد شده از اسنفیلوکوکوس اورئوس ..... ۷۴
- ۳-۵-۳- عفونت ایجاد شده از اشریشیایی ..... ۷۵
- ۴-۵-۳- عفونت ایجاد شده از سودوموناس آئروژینوزا ..... ۷۶
- ۵-۵-۳- آزمایش باکتری‌شناسی ..... ۷۷
- ۱-۵-۵-۳- محیط‌های کشت ..... ۷۷
- ۶-۳-۱- پادزیست یا آنتی‌بیوتیک ..... ۸۵
- ۱-۶-۳- انواع آنتی‌بیوتیک‌ها ..... ۸۶
- ۱-۱-۶-۳- طبقه‌بندی آنتی‌بیوتیک براساس منشأ تولید ..... ۸۶
- ۲-۱-۶-۳- طبقه‌بندی آنتی‌بیوتیک‌ها بر اساس پایگاه فعالیت ..... ۸۷
- ۳-۱-۶-۳- طبقه‌بندی آنتی‌بیوتیک‌ها بر اساس دامنه فعالیت ..... ۸۷
- ۲-۶-۳- سازوکار اثر آنتی‌بیوتیک‌ها ..... ۸۸
- ۳-۶-۳- مقاومت ریزاندامگان نسبت به آنتی‌بیوتیک‌ها ..... ۹۰
- ۱-۳-۶-۳- انواع مقاومت در باکتری‌ها نسبت به آنتی‌بیوتیک‌ها ..... ۹۱
- ۴-۶-۳- عوارض بالینی آنتی‌بیوتیک‌ها ..... ۹۳

## فصل چهارم: پلیمرهای مورد استفاده به عنوان مواد زیستی ..... ۹۷

۹۷ ..... ۱-۴-۱- مقدمه

۱۰۰ ..... ۲-۴-۱- ساختار و خواص پلیمرها

۱۰۲ ..... ۱-۲-۴- وزن مولکولی میانگین پلیمرها

۱۰۴ ..... ۲-۲-۴- حالات پلیمرها

۱۰۷ ..... ۳-۴-۱- ترکیب‌های چند پلیمری

۱۰۸ ..... ۴-۴-۱- طبقه‌بندی پلیمرها

۱۰۸ ..... ۱-۴-۱- پلیمرهای طبیعی

۱۰۹ ..... ۲-۴-۱- پلیمرهای سنتزی

۱۰۹ ..... ۵-۴-۱- پلیمرهای زیست‌سازگار

۱۱۰ ..... ۱-۵-۴- پلیمرهای زیست‌سازگار طبیعی

۱۱۰ ..... ۱-۱-۵-۴- سدیم کربنات

۱۱۱ ..... ۲-۱-۵-۴- ژلاتین

۱۱۲ ..... ۳-۱-۵-۴- کلاژن

۱۱۲ ..... ۲-۵-۴- پلیمرهای زیست‌سازگار سنتزی

۱۱۲ ..... ۱-۲-۵-۴- پلی‌پورتان

۱۱۶ ..... ۲-۲-۵-۴- پلی‌پروپیلن

۱۱۷ ..... ۳-۲-۵-۴- پلی‌استرها

۱۲۰ ..... ۴-۲-۵-۴- پلی‌(ارتواسترها)

۱۲۱ ..... ۵-۲-۵-۴- پلی‌لاکون‌ها

۱۲۱ ..... ۶-۲-۵-۴- پلی‌(پروپیلن فومارات)

۱۲۳ ..... ۷-۲-۵-۴- پلی‌انیدریدها

۱۲۵ ..... ۸-۲-۵-۴- پلی‌فسفازن‌ها

۱۲۵ ..... ۹-۲-۵-۴- پلی‌(وینیل الکل)

۱۲۷ ..... ۳-۵-۴- کوپلیمر پلیمرهای طبیعی و سنتزی زیست‌سازگار

۱۲۷ ..... ۱-۳-۵-۴- پلی‌کاپرولاکون / ژلاتین

|                 |                                                                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------|
| ۱۲۸.....        | ۴-۵-۳-۲- پلاگا.....                                                 |
| ۱۲۸.....        | ۴-۶- کاربردهای پلیمرهای زیست سازگار.....                            |
| ۱۲۸.....        | ۴-۶-۱- ساخت نخ های بخیه.....                                        |
| ۱۲۹.....        | ۴-۶-۲- استفاده از پلیمرهای تخریب پذیر در ساخت پین های استخوانی..... |
| ۱۳۰.....        | ۴-۶-۳- ساخت سیمان استخوانی با استفاده از پلیمرهای تخریب پذیر.....   |
| <b>۱۳۳.....</b> | <b>فصل پنجم: نانوالیاف، روش های تولید و کاربردهای آنها.....</b>     |
| ۱۳۳.....        | ۵-۱- مقایسه.....                                                    |
| ۱۳۴.....        | ۵-۲- نانوالیاف.....                                                 |
| ۱۳۴.....        | ۵-۳- انواع نانوالیاف.....                                           |
| ۱۳۷.....        | ۵-۴- روش های تولید نانوالیاف.....                                   |
| ۱۴۸.....        | ۵-۵- فرایند الکتروریسه.....                                         |
| ۱۵۲.....        | ۵-۶- اصول مربوط به فرایند الکتروریسه.....                           |
| ۱۸۳.....        | ۵-۷- بهینه سازی عوامل موثر در تولید نانوالیاف.....                  |
| ۱۸۳.....        | ۵-۷-۱- طراحی آزمایش.....                                            |
| ۱۸۷.....        | ۵-۸- انواع روش های ریسندگی.....                                     |
| ۱۸۸.....        | ۵-۸-۱- ریسندگی تر.....                                              |
| ۱۸۸.....        | ۵-۸-۲- ریسندگی خشک.....                                             |
| ۱۸۸.....        | ۵-۸-۳- ریسندگی مذاب.....                                            |
| ۱۸۹.....        | ۵-۸-۴- ریسندگی ژلی.....                                             |
| ۱۸۹.....        | ۵-۹- تنوع حلال ها و پلیمرهای مورد استفاده در فرایند الکتروریسه..... |
| ۱۹۰.....        | ۵-۱۰- آرایش دهی و جمع آوری نانوالیاف.....                           |
| ۱۹۱.....        | ۵-۱۰-۱- آرایش دهی نانوالیاف با استفاده از سیلندر باردار چرخان.....  |
| ۱۹۱.....        | ۵-۱۰-۲- آرایش دهی نانوالیاف با استفاده از دیسک چرخان.....           |
| ۱۹۱.....        | ۵-۱۰-۳- آرایش دهی نانوالیاف با استفاده از قاب های فلزی و چوبی.....  |
| ۱۹۲.....        | ۵-۱۰-۴- آرایش دهی نانوالیاف با استفاده از صفحه های مستطیلی شکل..... |

|                 |                                                                       |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------|
| ۱۹۲.....        | ۵-۱۰-۵- جمع آوری نانوالیاف به شکل نخ                                  |
| ۱۹۲.....        | ۵-۱۰-۱- جمع آوری نانوالیاف بین دو رینگ جمع کننده                      |
| ۱۹۳.....        | ۵-۱۱-۱- کاربردهای نانوالیاف                                           |
| ۱۹۷.....        | ۵-۱۱-۱- استفاده از نانوالیاف پلیمری در مهندسی بافت                    |
| ۱۹۸.....        | ۵-۱۱-۲- استفاده از نانوالیاف پلیمری در انتقال دارو                    |
| ۱۹۹.....        | ۵-۱۱-۳- استفاده از نانوالیاف در ساخت اعضای مصنوعی                     |
| ۱۹۹.....        | ۵-۱۱-۴- استفاده از نانوالیاف پلیمری در پوشش زخم های سطحی              |
| ۲۰۳.....        | ۵-۱۰-۵- استفاده از نانوالیاف پلیمری در ترمیم عصب                      |
| ۲۰۳.....        | ۵-۱۲- پاسخ دارو سارلی به نانوالیاف پلیمری                             |
| <b>۲۰۹.....</b> | <b>فصل ششم: تولید و بررسی خواص ضد باکتریایی نانوالیاف کیتوسان</b>     |
| ۲۰۹.....        | ۶-۱- مقدمه                                                            |
| ۲۱۰.....        | ۶-۲- تاریخچه استخراج کیتین و کیتوسان                                  |
| ۲۱۰.....        | ۶-۳- ساختار شیمیایی کیتوسان                                           |
| ۲۱۱.....        | ۶-۴- منابع تهیه کیتین و کیتوسان                                       |
| ۲۱۱.....        | ۶-۴-۱- تهیه کیتوسان                                                   |
| ۲۱۴.....        | ۶-۴-۲- درجه استیل زدایی                                               |
| ۲۱۵.....        | ۶-۵-۵- بررسی فرایند الکتروریسندگی کیتوسان خالص و عوامل مؤثر بر آن     |
| ۲۲۲.....        | ۶-۵-۱- بررسی درصدهای مختلف پلیمری در مخلوط نهایی                      |
| ۲۲۷.....        | ۶-۵-۲- تاثیر وزن مولکولی کیتوسان در فرایند الکتروریسندگی              |
| ۲۲۸.....        | ۶-۵-۳- تاثیر غلظت کیتوسان در فرایند الکتروریسندگی آن                  |
| ۲۲۸.....        | ۶-۵-۴- تاثیر میدان الکتریکی در فرایند الکتروریسندگی                   |
| ۲۲۸.....        | ۶-۵-۵- تاثیر غلظت استیک اسید در فرایند الکتروریسندگی و حلالیت کیتوسان |
| ۲۳۰.....        | ۶-۶- خواص زیستی و کاربردهای کیتوسان                                   |
| ۲۳۰.....        | ۶-۶-۱- زیست تخریب پذیری کیتوسان و مشتقات آن                           |
| ۲۳۲.....        | ۶-۶-۲- خواص ضد میکروبی کیتوسان                                        |

|          |                                                                                      |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| ۲۳۳..... | ۳-۶-۶- خاصیت انعقادی کیتوسان                                                         |
| ۲۳۴..... | ۴-۶-۶- کاربرد کیتوسان در کشاورزی                                                     |
| ۲۳۵..... | ۵-۶-۶- کاربرد کیتوسان در تصفیه فاضلاب                                                |
| ۲۳۵..... | ۶-۶-۶- کاربرد کیتوسان در صنایع غذایی                                                 |
| ۲۳۵..... | ۷-۶-۶- کاربرد کیتوسان در پزشکی                                                       |
| ۲۳۵..... | ۸-۶-۶- کاربرد کیتوسان در ارتوپدی و دندان پزشکی                                       |
| ۲۳۶..... | ۹-۶-۶- کاربرد کیتوسان در مهندسی بافت                                                 |
| ۲۳۷..... | ۱۰-۶-۶- تسريع فرایند بهبود زخم با استفاده از کیتوسان                                 |
| ۲۳۸..... | ۱۱-۶-۶- کاربرد کیتوسان در رهایش دارو                                                 |
| ۲۳۹..... | ۱۲-۶-۶- استفاده از کیتوسان در تهیه جلوگیری کننده های چسبندگی در جراحی                |
| ۲۴۱..... | ۷-۶-۷- استفاده از عسل به منظور افزایش خصلت ضد باکتریایی کیتوسان                      |
| ۲۴۲..... | ۱-۷-۶- ترکیبات عسل                                                                   |
| ۲۴۳..... | ۲-۷-۶- خواص ضد میکروبی عسل                                                           |
| ۲۴۵..... | ۳-۷-۶- عوارض جانبی عسل                                                               |
| ۲۴۶..... | ۴-۷-۶- عسل آویشن                                                                     |
| ۲۴۷..... | ۵-۷-۶- محلول با نسبت حجمی ۹۰ به ۱۰ از کیتوسان/ پلی (اتیلن اکساید) با افزودنی عسل     |
| ۲۵۱..... | ۶-۷-۶- نتایج بررسی فعالیت ضدباکتریایی عسل                                            |
| ۲۵۱..... | ۷-۷-۶- بررسی فعالیت ضدباکتریایی نانوالیاف کیتوسان / پلی (اتیلن اکساید) / افزودنی عسل |
| ۲۵۳..... | ۸-۷-۶- استفاده از چای سبز به منظور افزایش خصلت ضد باکتریایی کیتوسان                  |
| ۲۵۵..... | ۱-۸-۶- ترکیبات چای سبز                                                               |
| ۲۵۹..... | ۲-۸-۶- اثرات مصرف چای سبز بر سلامت انسان                                             |
| ۲۶۱..... | ۳-۸-۶- بررسی فرایند الکتروریسندگی کیتوسان/ پلی (اتیلن اکساید) / عصاره چای سبز        |

- ۶-۸-۴- شبکه‌ای کردن نانوالیاف کیتوسان / پلی(اتیلن اکساید) حاوی ۱٪ حجمی از  
عصاره چای سبز..... ۲۶۳
- ۶-۸-۵- بررسی پایداری داربست نانوالیاف کیتوسان / پلی(اتیلن اکساید) حاوی  
عصاره چای سبز..... ۲۶۴
- ۶-۸-۶- آزمایش‌های ضد باکتریایی نانوالیاف کیتوسان/پلی(اتیلن اکساید)/ حاوی ۱٪  
عصاره چای سبز..... ۲۶۴
- ۶-۹-۱- استفاده از گیاه حنا به منظور افزایش خصلت ضد باکتریایی کیتوسان..... ۲۶۸
- ۶-۱-۱- ترکیبات حنا..... ۲۶۸
- ۶-۵-۲- خواص حنا..... ۲۶۹
- ۶-۹-۱- نقش عصاره حنا در ترمیم بافت..... ۲۶۹
- ۶-۹-۴- نانوالیاف تهیه شده از محلول با نسبت حجمی ۹۰ به ۱۰ از کیتوسان/  
پلی(اتیلن اکساید) حاوی عصاره حنا..... ۲۷۱
- ۶-۹-۵- بررسی پایداری داربست نانوالیاف کیتوسان/ پلی(اتیلن اکساید) حاوی ۱٪  
وزنی عصاره حنا..... ۲۷۳
- ۶-۹-۶- بررسی میزان جذب آب نانوالیاف کیتوسان/ پلی(اتیلن اکساید) حاوی  
درصدهای مختلف حنا..... ۲۷۵
- ۶-۹-۷- بررسی تخریب‌پذیری داربست‌های نانوالیاف کیتوسان/ پلی(اتیلن اکساید)  
حاوی درصدهای مختلف حنا..... ۲۷۶
- ۶-۹-۸- نتایج فعالیت ضدباکتریایی نانوالیاف کیتوسان/ پلی(اتیلن اکساید) حاوی  
درصدهای مختلف حنا..... ۲۷۷
- ۶-۱۰-۱- استفاده از گیاه آویشن به منظور افزایش خصلت ضد باکتریایی کیتوسان..... ۲۸۱
- ۶-۱۰-۱-۱- ترکیبات آویشن..... ۲۸۲
- ۶-۱۰-۲- بررسی فرایند الکتروریسندگی محلول با نسبت حجمی ۹۰ به ۱۰ از  
کیتوسان/ پلی(اتیلن اکساید) با افزودنی عصاره آویشن..... ۲۸۳
- ۶-۱۰-۳- نتایج بررسی فعالیت ضد باکتریایی عصاره آویشن..... ۲۸۷

|                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ۶-۱۰-۴- نتایج بررسی فعالیت ضدباکتریایی محلول‌های پلیمری کیتوسان/پلی(اتیلن اکساید)/ عصاره آویشن.....   | ۲۸۹ |
| ۶-۱۰-۵- نتایج بررسی فعالیت ضد باکتریایی نانوالیاف کیتوسان/ پلی(اتیلن اکساید)/ آویشن.....              | ۲۹۰ |
| ۶-۱۰-۶- بررسی میزان پایداری نانوالیاف کیتوسان/ پلی(اتیلن اکساید)/ آویشن.....                          | ۲۹۲ |
| ۶-۱۱- استفاده از آنتی‌بیوتیک موپیروسین به منظور افزایش خصلت ضد باکتریایی کیتوسان.....                 | ۲۹۴ |
| ۶-۱۱-۱- سازوکار اثر موپیروسین.....                                                                    | ۲۹۵ |
| ۶-۱۱-۲- کاربردهای موپیروسین.....                                                                      | ۲۹۵ |
| ۶-۱۱-۳- مقاومت باکتریایی به موپیروسین.....                                                            | ۲۹۵ |
| ۶-۱۱-۴- تهیه نانوالیاف کیتوسان/پلی(اتیلن اکساید)/ موپیروسین.....                                      | ۲۹۶ |
| ۶-۱۱-۵- نتایج فعالیت ضد باکتریایی محلول و نانوالیاف کیتوسان/ پلی(اتیلن اکساید) / موپیروسین.....       | ۲۹۹ |
| ۶-۱۲- استفاده از آنتی‌بیوتیک سفازولین به منظور افزایش خصلت ضد باکتریایی کیتوسان.....                  | ۳۰۲ |
| ۶-۱۲-۱- سینتیک دارویی سفازولین.....                                                                   | ۳۰۲ |
| ۶-۱۲-۲- تهیه نانوالیاف کیتوسان/پلی(اتیلن اکساید) / سفازولین.....                                      | ۳۰۳ |
| ۶-۱۲-۳- بررسی پایداری نانوالیاف کیتوسان/پلی(اتیلن اکساید) / سفازولین.....                             | ۳۰۵ |
| ۶-۱۲-۴- بررسی نتایج آزمایش ضد باکتریایی نانوالیاف کیتوسان/ پلی(اتیلن اکساید) / سفازولین.....          | ۳۰۵ |
| ۶-۱۳- استفاده از آنتی‌بیوتیک ونکومايسين به منظور افزایش خصلت ضد باکتریایی کیتوسان.....                | ۳۰۸ |
| ۶-۱۳-۱- سینتیک دارویی ونکومايسين.....                                                                 | ۳۰۹ |
| ۶-۱۳-۲- بررسی تصاویر میکروسکوپ الکترونی پوششی از نانوالیاف کیتوسان/پلی(اتیلن اکساید)/ ونکومايسين..... | ۳۱۰ |

۶-۱۳-۳- نتایج بررسی اثر نانوالیاف کیتوسان/پلی(اتیلن اکساید) / ونکومایسین روی

استافیلوکوکوس اورئوس ..... ۳۱۴

۶-۱۳-۴- افزودن آنتی بیوتیک ونکومایسین به محلول کیتوسان/پلی(اتیلن اکساید)

/پلی کاپرولاکتون ..... ۳۱۷

۶-۱۳-۵- نتایج بررسی فعالیت ضد باکتریایی نانوالیاف

کیتوسان/پلی(اتیلن اکساید)/پلی کاپرولاکتون/ونکومایسین ..... ۳۲۰

۶-۱۳-۶- نتایج حاصل از آزمایش های پایداری، جذب آب و تخریب پذیری نانوالیاف

کیتوسان / پلی(اتیلن اکساید) / پلی کاپرولاکتون/ونکومایسین ..... ۳۲۶

۶-۱۳-۷- بررسی رهایش ونکومایسین از نانوالیاف کیتوسان / پلی(اتیلن اکساید) /

پلی کاپرولاکتون / ونکومایسین ..... ۳۲۷

۳۲۹..... **مراجع**

۳۴۹..... **واژه نامه**