



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی مواد

سمینار دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد گرایش بیومواد

با عنوان

## ساخت و مشخصه‌یابی پانسمان هوشمند منقوش شده جهت درمان زخم‌های مزمن پوستی

### Fabrication and characterization of smart imprinted bandage for treatment of skin chronic wounds

ارائه‌کننده: زهرا خسروی

مکان: سالن سمینار دانشکده مهندسی مواد

زمان ارائه: ۱۸ دی ۱۴۰۲ ساعت ۹ صبح

اعضای کمیته داوری:

اساتید راهنما: دکتر مهشید خرازیها - دکتر فتح اله کریم زاده

اساتید داور: دکتر علیرضا علافچیان - دکتر نرگس جوهری

#### چکیده

زخم‌های مزمن در اثر آسیب‌های پوستی و عدم بهبودی به دلیل ایجاد عفونت در محیط زخم ایجاد می‌شوند. از این رو، به زخم‌پوش‌هایی نیاز است که علاوه بر محافظت زخم از آسیب‌های خارجی، آن را درمان و از بروز عفونت جلوگیری کنند. هدف از این پژوهش، ساخت زخم‌پوش هیدروژلی با عوامل تسریع‌کننده بهبود زخم و ایجاد خاصیت آنتی‌باکتریایی جهت درمان زخم‌های مزمن است. بدین منظور، زخم‌پوش هیدروژلی نانوکامپوزیتی مبتنی بر هیدروژل کیتوسان با اتصالات عرضی اکسید تانیک اسید (OTA) و نانوذرات اکسید قلع ( $\text{SnO}_2$ ) قالب مولکولی با ساختار هسته - پوسته مورد ارزیابی قرار گرفت. در این راستا، ابتدا هیدروژل کیتوسان با اتصالات عرضی اکسید تانیک اسید و کلرید آهن با غلظت‌های مختلف کیتوسان (۳، ۳/۵، ۴، ۴/۵ درصد وزنی) سنتز و سپس بر اساس خواص چسبندگی، خون‌سازگاری و سایر خواص مرتبط به آن، بهینه‌سازی شد. در ادامه نانوذرات اکسید قلع با روش هیدروترمال سنتز شده و با استفاده از ۳-مرکاپتوپروپیل‌تری متوکسی سیلان (MPTS) اصلاح و روش چاپ مولکولی بر سطح آن انجام شد. پس از آن، هیدروژل نانوکامپوزیتی حاوی غلظت‌های مختلف (۲، ۵، ۷ درصد وزنی) از نانوذرات اکسید قلع قالب مولکولی ساخته و بهینه‌سازی شد. از

آزمون‌های مختلفی نظیر میکروسکوپی الکترونی روبشی (SEM)، میکروسکوپی الکترونی عبوری (TEM)، طیف‌سنجی مادون‌قرمز با تبدیل فوریه (FTIR) و پراش پرتو ایکس (XRD) جهت مشخصه‌یابی هیدروژل کیتوسان، نانوذرات اکسید قلع قالب مولکولی و هیدروژل نانو کامپوزیتی استفاده شد. همچنین قابلیت تورم، نرخ تخریب، خواص مکانیکی فشاری و خواص رئولوژیکی هیدروژل‌ها ارزیابی شد. علاوه بر این، خواص چسبندگی به بافت طبیعی و شیشه، توانایی و مدت زمان لخته شدن خون و رفتار ضدباکتریایی در آن‌ها نیز ارزیابی شد. میزان جذب دارو در دماهای مختلف در نانوذرات اکسید قلع قالب مولکولی و رهایش دارو از هیدروژل نانو کامپوزیتی با انجام آزمون طیف‌سنجی ماورای بنفش - مرئی اندازه‌گیری شد. در پایان برهمکنش هیدروژل‌ها با سلول‌های فیبروبلاست مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان دهنده این بود که هیدروژل‌های کیتوسان با اتصالات عرضی اکسید تانیک اسید و کلرید آهن، از طریق ایجاد پیوندهای شیف - باز، پیوندهای هیدروژنی و پیوندهای هماهنگی فلزی ایجاد شدند. افزودن نانوذرات اکسید قلع قالب مولکولی با ایجاد برهمکنش‌های هیدروژنی با زنجیره پلیمری منجر به کنترل قابل توجه خواص فیزیکی، مکانیکی و زیستی هیدروژل شد. نتایج نشان داد که افزایش غلظت کیتوسان سبب افزایش اتصالات عرضی، کاهش تورم می‌شود و افزایش استحکام فشاری از ۱۰۶ به ۱۶۸ کیلوپاسکال را به همراه دارد. همچنین، با افزایش غلظت کیتوسان، استحکام چسبندگی هیدروژل افزایش یافت و در نمونه ۳/۵ درصد وزنی کیتوسان به ۸۳ کیلوپاسکال رسید. در بین هیدروژل‌های کیتوسان، افزایش غلظت تا ۳/۵ درصد وزنی سبب کاهش زمان لخته شدن خون ( $> 2$  دقیقه) شد. علاوه بر این، فعالیت ضدباکتریایی هیدروژل‌ها با افزایش غلظت کیتوسان افزایش یافت. به این ترتیب نمونه حاوی ۳/۵ درصد کیتوسان به عنوان نمونه بهینه انتخاب شد و در ساخت هیدروژل نانو کامپوزیتی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد، حضور نانوذرات اکسید قلع قالب مولکولی با غلظت‌های مختلف سبب افزایش پایداری و کاهش نرخ تخریب هیدروژل‌ها و افزایش استحکام فشاری شد. افزودن ۵ درصد وزنی از نانوذرات باعث شد که استحکام فشاری هیدروژل از ۱۲۴ به ۲۵۶ کیلوپاسکال افزایش یابد. علاوه بر این، افزودن نانوذرات اکسید قلع قالب مولکولی موجب بهبود خواص رئولوژیکی، پایداری، قدرت چسبندگی به بافت و خواص ضد باکتریایی شد. در این راستا، افزودن ۷ درصد وزنی از نانوذرات اکسید قلع قالب مولکولی باعث افزایش استحکام چسبندگی به بافت از ۷۷ به ۱۰۳ کیلوپاسکال شد. همچنین خاصیت ضدباکتریایی هیدروژل نیز تا ۲/۲۵ برابر افزایش یافت. ظرفیت بارگذاری دارو در نانوذرات اکسید قلع قالب مولکولی وابسته به دما بوده و بیشترین میزان جذب در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد با بازده بارگذاری دارو ۹۰ درصد بدست آمد. نتایج رهایش دارو برای هیدروژل‌های کامپوزیتی حاوی غلظت‌های مختلف نانوذرات اکسید قلع قالب مولکولی در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد، رهایش کنترل‌شده دارو در طی ۱۶ روز را نشان داد که نمونه حاوی ۲ درصد نانوذرات، ۶۴ درصد رهایش دارو داشت. نتایج همچنین تایید کرد که هیدروژل کیتوسان و هیدروژل نانو کامپوزیتی هیچ‌گونه سمیتی در برابر سلول‌های فیبروبلاست نداشته و سلول‌ها به سطح هیدروژل چسبیده، رشد و گسترش پیدا کرده‌اند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت هیدروژل نانو کامپوزیتی حاوی ۳/۵ درصد وزنی کیتوسان و ۵ درصد وزنی نانوذرات اکسید قلع قالب مولکولی با خواص مکانیکی و فیزیکی متناسب با پوست و خواص زیستی مناسب، قدرت لخته کردن عالی خون، فعالیت‌های ضدباکتریایی و چسبندگی به بافت، پتانسیل استفاده در جهت بند آوردن خون و درمان زخم‌های مزمن را دارا است.

## کلمات کلیدی

زخم پوش، کیتوسان، تانیک اسید، نانوذرات اکسید قلع، پلیمر قالب مولکولی، رهایش دارو