



## ساخت و مشخصه‌یابی هیدروژل نانو کامپوزیتی تزریق‌پذیر بر پایه دنتین طبیعی - ژلما / شیشه زیست فعال به منظور بازسازی

### پالپ دندان

ارائه کننده: آیدا صادقیان

مکان: سالن سمینار دانشکده مهندسی مواد

زمان: چهارشنبه ۱۴۰۰/۱۰/۲۲ ساعت ۱۰

اساتید داور: دکتر علیرضا علافیچیان - دکتر مسعود عطاپور

اساتید راهنما: دکتر مهشید خرازیها - دکتر مریم خروشی

### چکیده

پوسیدگی دندان یکی از مهمترین نگرانی‌های جامعه بهداشت دهان و دندان در سراسر جهان است. این بیماری چند عامله منجر به غیرمعدنی شدن مینا و عاج دندان و همچنین واکنش‌های التهابی در بافت پالپ دندان می‌شود. هدف از این پژوهش ساخت و مشخصه‌یابی هیدروژل نانو کامپوزیتی بر پایه ژلاتین متاکریلات (ژلما) - نانو ذرات شیشه زیست فعال و ماتریکس خارج سلولی عاج در بازسازی مجموعه عاج-پالپ دندان و به منظور بهبود رفتار مکانیکی، تخریب‌پذیری و زیست‌سازگاری و افزایش فعالیت سلول‌های استئو/ادونتوبلاستی است. در این راستا، ابتدا سنتز هیدروژل نانو کامپوزیتی ژلما-شیشه زیستی با غلظت‌های مختلف (۲/۵، ۵ و ۱۰ درصد وزنی) جهت رسیدن به خواص بهینه مورد بررسی قرار گرفت. به طور خلاصه، ابتدا ژلما و نانوذره شیشه زیست فعال سنتز و مشخصه‌یابی شد. در ادامه، هیدروژل نانو کامپوزیتی با غلظت‌های مختلف از نانوذرات ساخته و مشخصه‌یابی شد. در ادامه، دندان عقل سالم انسان جمع‌آوری و ناحیه عاجی از مینا و پالپ دندان جدا شد. سپس به منظور دستیابی به ماتریکس خارج سلولی عاج، دو مرتبه اصلاح‌سازی بر روی آن انجام گرفت. در انتها، ماتریکس عاجی با غلظت‌های ذکر شده به بستر هیدروژل نانو کامپوزیتی بهینه ژلما-شیشه زیستی افزوده، ساخت و مشخصه‌یابی گردید. از آزمون‌های پراش پرتو ایکس، طیف‌سنجی فرو سرخ با تبدیل فوریه، آزمون رزونانس مغناطیسی هسته، میکروسکوپ الکترونی روبشی، ارزیابی قابلیت تورم و نرخ تخریب، خواص مکانیکی تحت فشار، طیف‌سنجی جرمی پلازما، برهمکنش سلولی به منظور ارزیابی و بهینه‌سازی هیدروژل‌ها استفاده شد. نتایج نشان داد که افزایش نانوذرات شیشه زیستی به هیدروژل ژلما سبب تغییر مدول فشاری نمونه‌ها در بازه ۹ تا ۳۰ کیلوپاسکال شد. بنابراین می‌توان گفت که افزودن نانوذرات به هیدروژل ژلما به دلیل ایجاد پیوند یونی بین یون‌های کلسیم در شیشه زیستی و گروه‌های کربوکسیلیک در زنجیره پلیمری منجر به کنترل خواص فیزیکی، مکانیکی و زیستی در آن شد. همچنین افزایش نانوذره شیشه زیستی تا ۵ و ۱۰ درصد وزنی باعث بهبود قابل توجهی در رفتار زیست‌فعالی نمونه‌ها گردید. همچنین نتایج تایید کرد که این نوع هیدروژل هیچ گونه پاسخ سمی در برابر سلول‌های استئوبلاست نداشته و باعث افزایش فاکتور استخوان‌زایی (۲/۳ برابر نمونه هیدروژل ژلما) شده است. بر اساس نتایج کلی، نمونه هیدروژل حاوی ۵ درصد وزنی شیشه زیست فعال به عنوان نمونه بهینه مد نظر قرار گرفته شد. در ادامه، قبل از افزودن ماتریکس خارج سلولی عاج دندان به نمونه بهینه، فرآیندهای اصلاح‌سازی عاج توسط طیف‌سنجی فرو سرخ و پراش پرتو ایکس تایید شد. نتایج حاصل از خواص مکانیکی تحت فشار در نمونه‌های حاوی ماتریکس عاج، بصورت قابل ملاحظه‌ای بهبود استحکام فشاری را از  $18/9 \pm 0/5$  کیلوپاسکال در نمونه هیدروژل ژلما-شیشه زیستی به  $79/8 \pm 3$  کیلوپاسکال در نمونه هیدروژل ژلما-شیشه زیستی با ۱۰ درصد وزنی ماتریکس عاج نشان داد. همچنین کاهش میزان تورم و تخریب در طی ۱۲ روز غوطه‌وری نسبت به نمونه بهینه هیدروژل ژلما-شیشه زیستی مشاهده شد. همچنین نتایج، رسوب آباتیت در نمونه حاوی کمترین غلظت از ماتریکس عاج (۲/۵ درصد وزنی) را نشان داد که تایید کننده رفتار زیست فعالی هیدروژل هیبریدی بود. بهبود نسبی رفتار زیست‌فعالی در اثر حضور مقادیر بالا از ماتریکس عاج نسبت به نمونه هیدروژل بهینه ژلما-شیشه زیستی (۵ درصد وزنی) توسط طیف‌سنجی پلاسمای جفت شده القایی و بررسی مقادیر کلسیم و فسفر تایید شد. ارزیابی برهمکنش سلول‌های بنیادی دندان شیری انسان با هیدروژل‌های حاوی ماتریکس عاجی به منظور بررسی عملکرد استئو/دنتونژیک، نه تنها هیچ گونه سمیتی را نشان ندادند، بلکه درصد زنده‌مانی سلول‌ها  $138 \pm 6/5$  درصد) در طی ۷ روز کشت سلول نسبت به نمونه هیدروژل ژلما با ۵ درصد وزنی شیشه زیستی  $12/2 \pm 10/2$  درصد) افزایش داده است. همچنین میزان فعالیت آلکالین فسفاتاز در طی ۷ روز کشت در هیدروژل حاوی ۵ درصد ماتریکس ۱/۸ برابر نسبت به هیدروژل ژلما-۵ درصد وزنی شیشه زیستی شده است. رنگ‌آمیزی آلیزارین‌رد نیز میزان بالایی از معدنی شدن را در نمونه‌های حاوی ماتریکس به خصوص ۵ درصد وزنی ماتریکس عاج به دلیل حضور عوامل فعال زیستی و تسهیل رهایش بیشتر نانوذرات در آن را نشان داد. بر این اساس، هیدروژل نانو کامپوزیتی ژلما-شیشه زیستی / ماتریکس خارج سلولی عاج می‌تواند کاندید مناسبی جهت بازسازی بافت دندانی آسیب دیده باشد.

کلمات کلیدی: ژلما، شیشه زیست فعال، ماتریکس خارج سلولی عاج، هیدروژل نانو کامپوزیتی، بازسازی عاج-پالپ