

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه علوم پزشکی اردبیل

دانشکده دندانپزشکی

پایان نامه جهت اخذ درجه دکترای حرفه‌ای جراحی دندانپزشکی

عنوان:

اصلاح سطح فایل‌های اندودانتیک پایه نیکل / تیتانیم NiTi به روش اچینگ  
الکتروشیمیایی و بررسی تغییرات رنگ و خواص آنتی‌باکتریال ایجاد شده بر روی  
آنها

استاد راهنما:

دکتر مهدی فتحی

استاد مشاور:

دکتر فیروز زاد فتاح

نگارش:

سارا قنبری

سپاس و ستایش مر خدای را جل و جلاله که آثار قدرت او  
بر چهره روز روشن، تابان است و انوار حکمت او در دل  
شب تار، درفشان. آفریدگاری که خویشتن را به ما شناساند  
و درهای علم را بر ما گشود و عمری و فرصتی عطا فرمود  
تا بدان، بنده ضعیف خویش را در طریق علم و معرفت  
بیازماید.

سپاسگزارم ،

از خدای مهربانم که این فرصت را در زندگی برایم فراهم کرد تا برای فهم اندکی از بیکرانیش تلاشی کوچک کنم؛

و سپاسگزار استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر مهدی فتحی هستم که با راهنمایی‌ها و کمک‌های بیدریغشان دشواری‌های راه را برایم هموار و پیمودن مسیر را برایم میسر نمودند، همچنین از جناب آقای دکتر فیروز زادفتاح در مسند استادمشاور که در هر چه پربار شدن این اثر کمک‌هایشان همیشه شامل حال بنده بود نیز کمال تشکر را دارم.

و سپاس ویژه از خانواده عزیزم که همواره در تمامی مراحل زندگی همراهم بوده و هستند.

تقدیم به

پدرم به استواری کوه، مادرم به زلالی چشمه،

خواهران عزیزم سحر و سودا و آنانی که آفتاب مهرشان در آستانه قلبم، همچنان پابرجاست و هرگز غروب نخواهد کرد.

## تعهد نامه‌ی اصالت پایان‌نامه

### بسمه تعالی

اینجانب سارا قنبری دانش آموخته رشته‌ی دندانپزشکی مقطع دکتری حرفه‌ای به شماره‌ی دانشجویی ۱۴۰۰۱۵۰۳۰ گواهی می‌نمایم این پایان‌نامه تحت عنوان "اصلاح سطح فایل‌های اندودانتیک پایه نیکل / تیتانیوم NiTi به روش اچینگ الکتروشیمیایی و بررسی تغییرات رنگ ایجاد شده و خواص آنتی‌باکتریال بر روی آن‌ها" به راهنمایی استاد محترم جناب آقای دکتر مهدی فتحی به‌طور کامل اصل و بدون هرگونه سرقت علمی/ ادبی بر اساس تعریف Plagiarism نگارش شده است و تمام یا قسمتی از آن توسط فرد دیگری در پایان‌نامه یا مراکز علمی دیگر ارائه نشده است. در ضمن اینجانب از مقررات مربوط به عدم رعایت صداقت در ارائه‌ی پایان‌نامه که منجر به مردود شدن و ارجاع به شورای پژوهشی دانشکده می‌شود، اطلاع کافی دارم.

تاریخ و امضاء دانشجو

بدین‌وسیله اصالت (Originality) و صحت نتایج این پایان‌نامه مورد تأیید اینجانب دکتر مهدی فتحی استاد راهنما می‌باشد.

تاریخ و امضاء استاد راهنما

## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

### فصل اول: معرفی پژوهش

۲	۱-۱- مقدمه
۳	۱-۲- بیان مسئله
۵	۱-۳- تعریف واژه‌ها
۷	۱-۴- اهداف تحقیق
۷	۱-۴-۱- هدف کلی
۷	۱-۴-۲- اهداف اختصاصی
۷	۱-۴-۳- اهداف کاربردی
۷	۱-۵- فرضیات و سؤالات تحقیق

### فصل دوم: مبانی نظری و پیشینه‌ی تحقیق

۱۰	۲-۱- مبانی نظری تحقیق
۱۰	۲-۱-۱- آلیاژ نیکل - تیتانیوم
۱۲	۲-۱-۲- وسایل چرخشی نیکل تیتانیوم
۱۳	۲-۱-۳- اسپینگ الکتروشیمیایی
۱۵	۲-۱-۴- رنگ
۱۵	۲-۱-۵- ابعاد رنگ
۱۵	۲-۱-۵-۱- Hue
۱۶	۲-۱-۵-۲- Value
۱۶	۲-۱-۵-۳- Chroma
۱۷	۲-۱-۶- سایر ویژگی‌های نوری
۱۷	۲-۱-۶-۱- ترانس لوسنسسی
۱۷	۲-۱-۶-۲- نمایش رنگین‌کمانی رنگ
۱۷	۲-۱-۶-۳- اوپالیسنسی
۱۸	۲-۱-۶-۴- براقیت

- ۱۸-۵-۶-۱-۲- فلونئورسنس.....
- ۱۹-۲- اندازه‌گیری تغییر رنگ.....
- ۱۹-۳-۲- بررسی متون و مبانی عملی تحقیق.....

### فصل سوم: روش اجرای تحقیق

- ۲۳-۳-۱- نوع پژوهش.....
- ۲۳-۳-۲- جمعیت مورد مطالعه.....
- ۲۳-۳-۳- نمونه‌برداری و روش نمونه‌گیری.....
- ۲۴-۳-۴- حجم نمونه و روش نمونه‌گیری.....
- ۲۵-۳-۵- مواد مورد استفاده در انجام پژوهش.....
- ۲۶-۳-۶- روش انجام تحقیق.....
- ۲۷-۳-۷- آماده‌سازی سامانه‌ی کنترل.....
- ۲۹-۳-۸- اچینگ الکتروشیمیایی در حمام اسیدی.....
- ۳۰-۳-۹- مطالعات میکروسکوپی.....
- ۳۰-۳-۱۰- بررسی توپوگرافی سطح ایمپلنت اصلاح شده با AFM.....
- ۳۱-۳-۱۱- بررسی آبدوستی و آبگریزی سطح ایمپلنت اصلاح شده.....
- ۳۲-۳-۱۲- تعیین ثبات رنگ.....
- ۳۳-۳-۱۳- مطالعات میکروبی نمونه‌های تهیه شده به روش اچینگ الکتروشیمیایی.....
- ۳۳-۳-۱-۱۳- مواد و میکروارگانیسم‌های استفاده شده در مطالعات میکروبی.....
- ۳۴-۳-۲-۱۳- سترون‌سازی.....
- ۳۴-۳-۳-۱۳- روش انتشار دیسک آگار.....
- ۳۵-۳-۱۴- ملاحظات اخلاقی.....
- ۳۵-۳-۱۵- روش تجزیه و تحلیل داده‌ها.....
- ۳۶-۳-۱۶- جدول متغیرها.....

### فصل چهارم: یافته‌های پژوهش

- ۳۸-۴-۱- مقدمه.....

- ۴-۲- نتایج حاصل از نمونه فایل‌های تهیه شده به روش اچینگ الکتروشیمیایی در حمام اسیدی..... ۳۸
- ۴-۳- مطالعات میکروسکوپی FE-SEM..... ۳۹
- ۴-۴- تجزیه و تحلیل توپوگرافی سطح به وسیله دستگاه AFM..... ۴۱
- ۴-۵- نتایج حاصل از آزمون زاویه تماس..... ۴۳
- ۴-۶- نتایج حاصل از بررسی ثبات رنگ نمونه‌ها..... ۴۵
- ۴-۱-۶- تعیین تغییر رنگ دیسک نیکل تیتانیوم به عنوان فایل اندودانتیکس..... ۴۵
- ۴-۷- نتایج مطالعات میکروبی نمونه‌های تهیه شده به روش اچینگ الکتروشیمیایی..... ۴۷

#### فصل پنجم: بحث و نتیجه‌گیری

- ۵-۱- بحث..... ۵۲
- ۵-۲- نتیجه‌گیری..... ۵۶
- ۵-۳- پیشنهادها در راستای اهداف تحقیق..... ۵۷
- ۵-۴- محدودیت تحقیق..... ۵۷
- منابع..... ۵۹



## فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۲: نمایشی از سلول اچینگ الکتروشیمیایی	۱۴
شکل ۲-۲: سیستم رنگ Munsell همراه با محور value عمودی آکروماتیک	۱۶
شکل ۱-۳: نمونه‌ی فایل اندودانتیک آماده شده بعد از اتصال توسط گیره در حمام الکترولیت اسیدی	۲۶
شکل ۲-۳: شماتیک سیستم برق و منبع تغذیه	۲۷
شکل ۳-۳: سامانه‌ی برق و منبع تغذیه در حین اچینگ الکتروشیمیایی نمونه	۲۸
شکل ۳-۴: ترازوی دیجیتالی استفاده شده در آزمایش	۲۸
شکل ۳-۵: pH متر قلمی استفاده شده	۲۹
شکل ۳-۶: میکروسکوپ الکترونی روبشی نشر میدانی	۳۰
شکل ۳-۷: دستگاه AFM به کار گرفته شده در آزمایش زبری سنجی	۳۱
شکل ۳-۸: سیستم اندازه‌گیری زاویه‌ی تماس در این کار تحقیقاتی	۳۱
شکل ۳-۹: دستگاه اسپکتروفتومتری به همراه نمونه‌های دیسک نیکل تیتانیم مورد آزمایش	۳۲
شکل ۱-۴: تصاویر فایل‌های اندودانتیک تهیه شده قبل و بعد از فرایند اچینگ الکتروشیمیایی در ۵ الی ۱۰۰ ولت، نمونه‌ی فاقد ولتاژ مربوط به نمونه‌ی کنترل می‌باشد	۳۸
شکل ۲-۴: تصاویر دیسک نیکل تیتانیم تهیه شده قبل و بعد از فرایند اچینگ الکتروشیمیایی در ۵ الی ۱۰۰ ولت، نمونه‌ی فاقد ولتاژ مربوط به نمونه‌ی کنترل می‌باشد	۳۹
شکل ۳-۴: تصاویر حاصل از میکروسکوپ الکترونی روبشی نشر میدانی نمونه‌ها به ترتیب ۵ الی ۱۰۰ ولت	۴۰
شکل ۴-۴: تصویر A، مربوط به الگوی ایجاد شده، تصویر B، قطر الگوی تشکیل یافته و تصویر C، فاصله‌ی قطر الگوها از یکدیگر	۴۱
شکل ۴-۵: نتایج حاصل از AFM نمونه‌ها پس از اچینگ الکتروشیمیایی	۴۲
شکل ۴-۶: تصاویر مربوط به آزمون کشش سطحی آب	۴۳
شکل ۴-۷: کشت باکتری به روش دیفیوژن دیسک آگار	۴۸

## فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۲۵.....	جدول ۳-۱: مواد مورد استفاده در تحقیق.....
۳۳.....	جدول ۳-۲: اسامی مواد بیولوژیکی بکار رفته در تحقیق.....
۴۴.....	جدول ۴-۱: داده‌های حاصل از آزمون زاویه‌ی تماس آب.....
۴۶.....	جدول ۴-۲: جدول میانگین $\Delta E$ دیسک‌های NiTi پس از فرایند اچینگ الکتروشیمیایی.....

## اصلاح سطح فایل‌های اندودانتیک پایه نیکل / تیتانیوم NiTi به روش اچینگ الکتروشیمیایی و بررسی تغییرات رنگ ایجاد شده بر روی آن‌ها

**هدف:** هدف از این مطالعه‌ی آزمایشگاهی تغییر رنگ فایل‌های NiTi اندودنتیک Denco و دیسک NiTi با اکسیداسیون آندی و ارزیابی تغییرات در خواص زیبایی شناختی، فیزیکی و ضدباکتریایی آلیاژهای NiTi اچینگ آنودایز شده بود.

**مواد و روش‌ها:** تغییر رنگ آلیاژهای NiTi تولید شده به روش اچینگ الکتروشیمیایی آن‌دایز در گروه‌های مورد آزمایش که از دیسک‌های اصلاح نشده‌ی آلیاژ NiTi و فایل‌های NiTi نوع Denco به‌عنوان گروه کنترل استفاده شد. همچنین، ما خواص بازدارندگی فعالیت ضدباکتریایی آلیاژ NiTi در برابر میکروارگانیسم‌ها را ارزیابی کردیم. جهت بررسی خواص فیزیکی نمونه‌ها نظیر مورفولوژی، زبری و زاویه‌ی تماس از میکروسکوپ الکترونی روبشی، میکروسکوپ نیروی اتمی و سیستم تجزیه و تحلیل زاویه‌ی تماس استفاده شد.

**یافته‌ها:** رنگ‌های متنوعی را می‌توان بر روی سطوح آلیاژهای NiTi با آن‌دایزاسیون ولتاژهای مختلف (۵ تا ۱۰۰ ولت) تولید کرد. در مقایسه با آلیاژ NiTi اصلاح نشده، آلیاژهای NiTi آنودایز شده زاویه‌ی تماس کمتر و زبری بالاتری از خود نشان دادند. هیچ فعالیت ضدباکتریایی در دیسک آلیاژ NiTi اصلاح شده در مقایسه با دیسک آلیاژ NiTi اصلاح نشده در برابر میکروارگانیسم‌ها مشاهده نشد.

**نتیجه‌گیری:** اچینگ الکتروشیمیایی آن‌دایز می‌تواند رنگ آلیاژهای NiTi را در ولتاژهای مختلف تغییر دهد. زبری و آب دوستی پس از فرایند الکتروشیمیایی در آلیاژهای NiTi افزایش یافت.

**کلمات کلیدی:** فایل‌های اندودانتیکس نیکل / تیتانیوم، اچینگ الکتروشیمیایی، خواص فیزیکی، اصلاح سطح، تغییر رنگ، خواص آنتی‌باکتریال