بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه هنر اصفهان
دانشکده مرمت
گروه مرمت اشیا فرهنگی و تاریخی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مرمت گرایش آثار و اشیاء فرهنگی

بررسی و امکان استفاده از عسل به‌عنوان بازدارنده خوردگی در حفاظت اشیا برنزی تاریخی

استاد راهنما:
دکتر غلامرضا وطن‌خواه

استاد مشاور:
مهندس حمید رضا بخشنده فرد

پژوهشگر:
وحید پورزرقان

اسفند ماه۱۳۸۸

اظهارنامه‌ی دانشجو

اینجانب وحید پورزرقان دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مرمت گرایش آثار و اشیاء فرهنگی و تاریخی گروه مرمت آثار تاریخی دانشکده مرمت دانشگاه هنر اصفهان به شماره‌ی دانشجویی۸٦۱۱۲۰۲۲۰۲ گواهی می نمایم که تحقیقات ارائه شده در این پایان نامه با عنوان بررسی و امکان استفاده از عسل به‌عنوان بازدارنده خوردگی در حفاظت اشیاء برنزی تاریخی توسط شخص اینجانب انجام شده و صحت و اصالت مطالب نگارش شده مورد تأیید می باشد و در موارد استفاده از کار دیگر محققان به مرجع مورد استفاده اشاره شده است. همچنین گواهی می نمایم که مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب یا فرد دیگری ارائه نشده است و در تدوین متن پایان نامه چارچوب مصوب دانشگاه را به طور کامل رعایت کرده‌ام.

امضاء دانشجو:

تاریخ:

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری های ناشی ازتحقیق، همچنین چاپ و تکثیر، نسخه برداری، ترجمه و اقتباس از این پایان‌نامه کارشناسی ارشد، برای دانشگاه هنر اصفهان محفوظ است.

نقل مطالب با ذکر منبع بلامانع است.

دانشگاه هنر اصفهان

دانشکده مرمت

گروه مرمت اشیا فرهنگی و تاریخی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مرمت گرایش آثار و اشیا فرهنگی آقای وحید پورزرقان تحت عنوان:

بررسی و امکان استفاده از عسل به‌عنوان بازدارنده خوردگی در حفاظت اشیا برنزی تاریخی

ارایه شده به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی از فعالیتهای تحصیلی لازم برای درجه‌ی کارشناسی ارشد که در تاریخ ... توسط هیأت داوران زیر بررسی و با نمره.....درجه ..... به تصویب نهایی رسید.

۱- استاد/ استادان راهنمای پایان نامه آقای/خانم دکتر ..... با مرتبه علمی ..... امضاء

۲- استاد/ استادان مشاور پایان نامه آقای/خانم دکتر ..... با مرتبه علمی ..... امضاء

۳- استاد/ استادان داور داخل گروه آقای/خانم دکتر ..... با مرتبه علمی ..... امضاء

۴- استاد/ استادان داور خارج از گروه آقای/خانم دکتر ..... با مرتبه علمی ..... امضاء

امضای مدیر گروه

تشکر و قدردانی

در اینجا بر خود می‌دانم از تمامی اساتید محترم، جناب آقای دکتر غلام‌رضا وطن‌خواه مدیرگروه مرمت و عضو هیت علمی دانشگاه هنر اصفهان، جناب آقای مهندس حمیدرضا بخشنده‌فرد عضو هیت علمی دانشکده مرمت، جناب آقای مهندس عباس عابد اصفهانی، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد خوراسگان و مدرس دانشگاه هنر اصفهان، جناب آقای دکتر سید امین امامی عضو هیات علمی و مدیر گروه موزه‌داری دانشگاه هنر اصفهان ، همچنین از جناب مهندس رضایی تکنسین دستگاه میکرسکوپ الکترونی دانشگاه تربیت مدرس تهران ، سرکار خانم نرگس شیردوانی کارشناس ارشد رشته‌ی الکتروشیمی دانشگاه پیام نور کهندژ، سرکار خانم مهندس قبادی و خانم مهندس ریسمانچیان از بخش آزمایشگاه شیمی دانشکده مرمت و دوستان گرامی ، آقای مهندس محمد مرتضوی، مهندس امید عودباشی، مهندس مهدی رازانی ، حامد پورتقی، محسن محمدی، رضا خنجری ، صالح ایمانی، حسین ذهبی وبرادرم حجت پورزرقان که مرا در این پروژه راهنمایی رسانده‌اند از ایشان صمیمانه تشکر و قدرانی می شود.

وحید پورزرقان ۱۳۸۸/۱۲/۱

تقدیم به

پویندگان راه علم و حقیقت

چکیـــــده :

پدیده بیماری برنز مهمترین عامل تخریب اشیا برنزی باستانی محسوب می‌شـود و تـاکنون روش‌هـای مختلفـی برای مقابله با آن ارایه گردیده است. بازدارنده‌های شاخصی که برای ایـن منظـور مـورد اسـتفاده قـرار گرفتـه‌انـد BTA و AMT می‌باشند. اساسی‌ترین مشـکل ایـن بازدارنـده‌هـا، غیـر از تـاثیر در کنتـرل بازدارنـدگی، سـمیت و سرطان‌زا بودن آنهاست. در حالت ایده آل، این روش ها قادر به حذف یون کلر یا کنترل ایـن بیمـاری انـد ولـی بعد از دوره‌ی درمان دچار برخی تاثیرات جانبی می‌شوند. برای برطـرف نمـودن چنـین مشـکلاتی بازدارنـده‌هـای طبیعی عسل مرکب میمند فارس، عسل کُنار و عسل آویشن با غلظت‌هـای ppm ۲۰۰ تـا ppm ۲۵۰۰در محلـول سدیم کلرید M ۰/۵ بر روی آلیاژ برنـز بـا درصـد شـبیه بـه آلیـــاژهای باسـتانی (Cu-10Sn) بـه‌روش دسـتگاهی پتانسیو استات و روش کاهش وزنی در این پروژه مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین از میوه‌ی درخـت اقاقیـا از خانواده Leguminosa ، و شیره درخت انجیر سفید از خانواده‌ی Moraceae ، در حضور و عـدم حضـور عسـل برای بهبود تاثیر بازدارندگی استفاده گردید. نتایج حاصل از آنالیزها و تصـاویر SEM-EDX از سـطوح خـورده شده کوپن‌هایی که به‌مدت یـک مـاه در محلـول بازدارنـده و محـیط خورنـده قـرار داشـتند حـاکی از تـاثیر بهتـر بازدارندگی عسل نسبت به مواد بازدارنده ترکیبی دیگر است. اما برای پیشنهاد کاربرد عسـل بـرای بازدارنـدگی نیاز به انجام آزمایشات مشابه بر روی اشیاء برنزی باستانی می باشد.

واژگان کلیدی: خوردگی، بیماری برنز، بازدارنده‌های طبیعی، عسل، پتانسیو استات، SEM-EDX

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: خوردگی و حفاظت در برنزهای تاریخی

۱-۱- مقدمه..... ۲

۱-۲-مکانیزم خوردگی..... ۳

۱-۳- خوردگی بعد از حفاری..... ۴

۱-۴-کلرزداها..... ۶

۱-۵- شرایط رطوبتی..... ۷

۱-۶- روش‌ها حفاظتی..... ۷

۱-۶-۱- پوشش دهنده‌ها..... ۸

۱-۷- بازدارنده‌های خوردگی..... ۱۱

۱-۷-۱- ویژگی‌ها و فاکتورهای انتخاب بازدارنده..... ۱۲

۱-۷-۲- بازدارنده‌های آلی مورد استفاده در مرمت..... ۱۳

۱-۷-۳- بازدارنده‌های ترکیبی..... ۱۸

۱-۷-۴-ترکیب جدید سدیم کربوکسیلات..... ۲۱

فصل دوم : پیشینه‌ی مطالعات انجام شده بر روی عسل

۲-۱- پیشینه‌ی مطالعات انجام شده بر روی عسل..... ۲۴

سوم : آزمایشات و نتایج

۳-۱-تئوری آزمایش..... ۲۸

۳-۱-۱-پتانسیل الکترود..... ۲۸

۳-۱-۲-روش پلاریزاسیون..... ۲۹

۳ -۱-۳-تاثیر پلاریزاسیون بر سرعت خوردگی..... ۲۹

۳-۱-۴-انواع پلاریزاسیون..... ۳۰

۳-۱-۴-۱-پلاریزاسیون فعال سازی..... ۳۰

۳-۱-۴-۲-پلاریزاسیون غلظتی..... ۳۰

۳-۱-۵-تعیین پتانسیل و سرعت خوردگی توسط اصول الکتروشیمی..... ۳۱

۳-۱-۶-دستگاه پتانسیو استات..... ۳۱

۳-۱-۷-برون یابی تافل..... ۳۳

۳-۱-۸-استفاده از پارامترهای سینتیکی استخراج شده از منحنی‌های تافل در تفسیر عملکرد بازدارنده‌ها روی فلز..... ۳۴

۳-۱-۸-۱- دانسیته‌ی جریان..... ۳۴
۳-۱-۹- تفسیر اثرات بازدارنده در رفتار پلاریزاسیون..... ۳۴
۳-۱-۱۰- تعیین نوع بازدرنده‌ها (کاتدی، آندی، مخلوط)..... ۳۵
۳-۲- آزمایشات..... ۳۷
۳-۲-۱- مشخصات دستگاه پتانسیو استات..... ۳۷
۳-۲-۲- تهیه الکترودکاری برای آزمایشات..... ۳۷
۳-۲-۳- تهیه محلول شاهد..... ۳۹
۳-۲-۴-عسل (ماده بازدارنده)..... ۴۰
۳-۲-۵-ترکیبات شیمیایی عسل..... ۴۱
۳-۲-۵-۱- کربوهیدرات‌ها..... ۴۱
۳-۲-۵-۲- پروتئین و آمینو اسیدها..... ۴۱
۳-۲-۵-۳-ویتامین‌ها، مواد معدنی و آنتی اکسیدان‌ها..... ۴۲
۳-۲-۵-۴- ترکیبات دیگر..... ۴۲
۳-۲-۶-تهیه محلول عسل..... ۴۲
۳-۲-۷-مواد طبیعی میوه‌ی درخت اقاقیا و شیره‌ی درخت انجیر سفید..... ۴۸
۳-۲-۷-۱- میوه‌ی درخت اقاقیا..... ۴۸
۳-۲-۸- ترکیبات شیمیایی..... ۴۸
۳-۲-۹- تهیه محلول اولیه از میوه‌ی اقاقیا..... ۴۹
۳-۲-۱۰- شیره‌ی درخت انجیر سفید (Ficus Caric)..... ۵۵
۳-۲-۱۰-۱- ترکیبات شیمیایی شیره‌ی انجیر ۵۵
۳-۲-۱۱- تهیه محلول اولیه از شیره‌ی درخت انجیر..... ۵۵
۳-۲-۱۲- محاسبه‌ی بازده بازدارندگی با استفاده از داده‌های دستگاه پتانسیو استات..... ۶۰
۳-۲-۱۳- روش کلاسیک کاهش وزن..... ۶۰
۳-۲-۱۴- آزمایش در محفظه‌ی رطوبت..... ۷۰
۳-۲-۱۵- تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی..... ۷۰
۳-۳- نتیجه گیری..... ۷۵
۳-۴- پی نوشت..... ۷۷

پیوست ها

پیوست ۱..... ۷۹
پیوست ۲..... ۹۱
پیوست۳..... ۱۰۰
منابع و مآخذ ۱۰۴

فهرست جدول ها

عنوان جدول **صفحه**

جدول (۳-۱) ۳۹
جدول (۳-۲)..... ٤۲

فهرست شکل ها

عنوان شکل **صفحه**

شکل (۱-۱) موقعیت محصولات خوردگی و مسیرهای واکنش ۵
شکل (۱-۲) ساختار BTA..... ۱۴
شکل (۱-۳) ساختار AMT ۱۶
شکل (۱-۴) چهار فرم تاتومتریک از AMT ۱۷
شکل (۱-۵) ساختار C_6-BTA ۲۰
شکل (۳-۱) دستگاه پتانسیو استات با الکترود کاری، الکترود مرجع و الکترود کمکی ۳۱
شکل (۳-۲) پلاریزاسیون فرضی با رفتار تافل برای سیستم فعال با شاخه‌های آندی و کاتدی ۳۲
شکل (۳-۳) تاثیر بازدارنده‌های آندی و کاتدی ۳۴
شکل (۳-۴) تاثیر بازدارنده‌های کاتدی..... ۳۴
شکل (۳-۵) تاثیر بازدارنده‌های آندی..... ۳۵
شکل (۳-۶) منحنی پلاریزاسیون تافل برای محلول شاهد (M ۰/۵ سدیم کلرید) ۴۰
شکل (۳-۷) منحنی پلاریزاسیون تافل عسل در ppm۱۰۰۰..... ۴۳
شکل (۳-۸) منحنی پلاریزاسیون تافل عسل در ppm۱۲۰۰..... ۴۴
شکل (۳-۹) منحنی پلاریزاسیون تافل عسل در ppm۱۴۰۰..... ۴۴
شکل (۳-۱۰) منحنی پلاریزاسیون تافل عسل در ppm۱۶۰۰..... ۴۵
شکل (۳-۱۱) منحنی پلاریزاسیون تافل عسل در ppm۱۸۰۰..... ۴۵
شکل (۳-۱۲) منحنی پلاریزاسیون تافل عسل در ppm۲۰۰۰..... ۴۶
شکل (۳-۱۳) منحنی پلاریزاسیون تافل عسل کُنارِبا غلظت ppm ۱۲۰۰ نسبت به محلول شاهد..... ۴۷
شکل (۳-۱۴) منحنی پلاریزاسیون تافل عسل آویشن با غلظت ppm۱۲۰۰ نسبت به محلول شاهد..... ۴۷
شکل (۳-۱۵) منحنی پلاریزاسیون تافل اقاقیا با غلظت ppm۲۰۰۰ نسبت به محلول اقاقیا و عسل..... ۴۹
شکل (۳-۱۶) منحنی پلاریزاسیون تافل اقاقیا با غلظت ppm۴۰۰ نسبت به محلول اقاقیا و عسل..... ۴۹
شکل (۳-۱۷) منحنی پلاریزاسیون تافل اقاقیا با غلظت ppm۶۰۰ نسبت به محلول اقاقیا و عسل..... ۵۰
شکل (۳-۱۸) منحنی پلاریزاسیون تافل اقاقیا با غلظت ppm۸۰۰ نسبت به محلول اقاقیا و عسل..... ۵۱
شکل (۳-۱۹) منحنی پلاریزاسیون تافل اقاقیا با غلظت ppm۱۰۰۰ نسبت به محلول اقاقیا و عسل ۵۱
شکل (۳-۲۰) منحنی پلاریزاسیون تافل اقاقیا با غلظت ppm۱۲۰۰ نسبت به محلول اقاقیا و عسل ۵۲
شکل (۳-۲۱) منحنی پلاریزاسیون تافل اقاقیا با غلظت ppm۱۴۰۰- نسبت به محلول اقاقیا و عسل..... ۵۲
شکل (۳-۲۲) منحنی پلاریزاسیون تافل اقاقیا با غلظت ppm۱۶۰۰ نسبت به محلول اقاقیا و عسل. ۵۳
شکل (۳-۲۳) منحنی پلاریزاسیون تافل اقاقیا با غلظت ppm۱۸۰۰ نسبت به محلول اقاقیا و عسل..... ۵۴
شکل (۳-۲۴) منحنی پلاریزاسیون تافل شیره‌ی انجیر سفید با غلظت ppm۱۰۰۰ نسبت به محلول شیره انجیر و عسل ۵۷
شکل (۳-۲۵) منحنی پلاریزاسیون تافل شیره‌ی انجیر سفید با غلظت ppm۱۲۰۰ نسبت به محلول شیره انجیر و عسل..... ۵۷
شکل (۳-۲۶) منحنی پلاریزاسیون تافل شیره‌ی انجیر سفید با غلظت ppm۱۴۰۰ نسبت به محلول شیره انجیر و عسل..... ۵۸
شکل (۳-۲۷) منحنی پلاریزاسیون تافل شیره‌ی انجیر سفید با غلظت ppm۱۶۰۰ نسبت به محلول شیره انجیر و عسل ۵۸
شکل (۳-۲۸) منحنی پلاریزاسیون تافل شیره‌ی انجیر سفید با غلظت ppm۱۸۰۰ نسبت به محلول شیره انجیر و عسل ۵۹
شکل (۳-۲۹). میزان کاهش وزن بر اساس غلظت ppm ۱۸۰۰ عسل بعد از یک هفته..... ۶۳

شکل (۳-۳۰) میزان کاهش وزن بر اساس غلظت ppm ۱۸۰۰ عسل بعد ازدو هفته.....۶۳
شکل (۳-۳۱) میزان کاهش وزن بر اساس غلظت ppm ۱۸۰۰ عسل بعد از سه هفته.....۶۳
شکل (۳-۳۲) میزان کاهش وزن بر اساس غلظت ppm ۱۸۰۰ عسل بعد از چهار هفته.....۶۴
شکل (۳-۳۳) میزان کاهش وزن بر اساس غلظت ppm ۱۸۰۰ عسل و اقاقیا با غلظت ppm۲۰۰ بعد از یک هفته..... .....۶۵
شکل (۳-۳۴) میزان کاهش وزن بر اساس غلظت ppm ۱۸۰۰ عسل و اقاقیا با غلظت ppm۲۰۰ بعد از دو هفته.....۶۵
شکل (۳-۳۵) میزان کاهش وزن بر اساس غلظت ppm ۱۸۰۰ عسل و اقاقیا با غلظت ppm۲۰۰ بعد از سه هفته.....۶۶
شکل (۳-۳۶) میزان کاهش وزن بر اساس غلظت ppm ۱۸۰۰ عسل و اقاقیا با غلظت ppm۲۰۰ بعد ازچهار هفته.....۶۷
شکل (۳-۳۷) میزان کاهش وزن بر اساس غلظت ppm ۱۸۰۰ عسل وشیره‌ی انجیرباغلظت ppm۱۸۰۰ بعد از یک ۶۷
شکل (۳-۳۸) میزان کاهش وزن بر اساس غلظت ppm ۱۸۰۰ عسل وشیره‌ی انجیرباغلظت ppm۱۸۰۰ بعد از دو هفته.....۶۸
شکل (۳-۳۹) میزان کاهش وزن بر اساس غلظت ppm ۱۸۰۰ عسل وشیره‌ی انجیرباغلظت ppm۱۸۰۰ بعد ازسه هفته.....۶۸
شکل (۳-۴۰) میزان کاهش وزن بر اساس غلظت ppm ۱۸۰۰ عسل وشیره‌ی انجیرباغلظت ppm۱۸۰۰ بعد ازچهار هفته.....۶۸
شکل (۳-۴۱) تصاویر SEM ، (A, B) از کوپن شاهد بعد از یک ماه قرار گیری در محلول خورنده.....۷۲.
شکل (۳ -۴۲) تصاویر SEM ، (C, D) کوین در حضور عسل با غلظت ppm ۱۸۰۰ در
محلول M ۰/۵ سدیم کلرید بعد از یک ماه غوطه‌وری ۷۲
شکل (۳-۴۳) تصاویر SEM ، (F, E) از کو پن در حضور محلول ترکیبی عسل با غلظت ppm ۱۸۰۰ و
شیره‌ی انجیر با غلظت ppm ۱۸۰۰ در محلول M ۰/۵ سدیم کلرید بعد از یک ماه غوطه‌وری.....۷۲
شکل (۳-۴۴) تصاویر SEM ، (G, H, I) از کوپن در حضور محلول ترکیبی عسل با غلظت ppm۱۸۰۰ و
میوه‌ی اقاقیا با غلظت ppm ۲۰۰ در محلول M ۰/۵ سدیم کلرید بعد از یک ماه غوطه‌وری.....۷۳

فهرست عکس ها

عنوان عکس **صفحه**

عکس (۳-۱) الکترودهای برنزی تهیه شده به روش ریخته‌گری با درصد (Cu-10Sn).....۳۹
عکس (۳-۲) نحوه‌ی قرار گیری الکترود بر سطح الکترود بر سطح الکترولیت.....۳۹
عکس (۳-۳) الکترود بریده شده برای تهیه کوین.....۶۱
عکس (۳-۴) کوپن‌های آماده شده برای غوطه‌ور سازی ۶۱
عکس (۳-۵) کوپن شاهد بعد از یک ماه قرارگیری در محیط خورنده سدیم درحضور
عسل با غلظت ۱۸۰۰ppm با بزرگ‌نمایی x ۴۰ .....۶۹
عکس (۳-۶) کوپن بعد از یک ماه قرار گیری در محلول خورندهبا بزرگ‌نمایی x۶۰.....۶۹
عکس (۳-۷) کوپن قبل از قرارگیری در محلول بازدارنده با بزرگ‌نمایی x ۱۰۰ .....۷۰
عکس (۳-۸) کوپن در محلول عسل میمند و شیره‌ی انجیر با بزرگ‌نمایی x ۱۰۰ .....۷۰
عکس (۳-۹) کوپن بعد از قرار گیری در محلول ppm ۱۸۰۰ عسل میمند فارس
با بزرگ‌نمایی x ۱۰۰ .....۷۰
عکس (۳-۱۰) کوپن بعد از قرارگیری در محلول عسل با غلظت ppm ۱۸۰۰
و میوه اقاقیا با غلظت ppm ۲۰۰ با بزرگ‌نمایی x ۱۰۰.....۷۰

فهرست پیوست‌ها

عنوان صفحه

پیوست ۱

جدول ۳-۱ : محاسبات جریان خوردگی، پتانسیل خوردگی، مقاومت الکترولیت،دانسیته‌ی جریان ضرایب شیب کاتدی و آندی و میزان خوردگی در حضور عسل میمند فارس و محیط خورنده با دستگاه پتانسیو استات ۷۹

جدول۳-۲ : درصد بازدارندگی عسل باغلظت‌های مختلف با استفاده از محاسبات داده‌های دستگاه پتانسیو استات..... ۷۹

جدول۳-۳: محاسبات پتانسیل خوردگی، جریان خوردگی، دانسیته‌ی خوردگی، ضرایب شیب کاتدی و آندی و میزان خوردگی اقاقیا در غلضت‌های خاص از طریق محاسبه..... ۸۰

جدول۳-۴ : درصد بازدارندگی اقاقیا با غلظت‌های مختلف با استفاده ازمحاسبات داده‌های دستگاه پتانسیو استات..... ۸۰

جدول۳-۵ : محاسبات پتانسیل خوردگی، جریان خوردگی، دانسیته‌ی خوردگی، ضرایب شیب کاتدی و آندی و میزان خوردگی اقاقیا و عسل در غلظت‌های خاص از طریق محاسبه با دستگاه پتانسیو استات..... ۸۱

جدول۳-۶ : درصد بازدارندگی اقاقیا با غلظت‌های مختلف و عسل با غلظت ppm۱۸۰۰ با استفاده از داده‌های دستگاه پتانسیو استات..... ۸۱

جدول ۳-۷: تاثیر بازدارندگی شیره انجیر با غلظت‌های مختلف با استفاده از پتانسیل خوردگی، جریان خوردگی، دانسیته‌ی خوردگی، ضرایب شیب آندی و کاتدی و میزان خوردگی با استفاده از دستگاه پتانسیو استات..... ۸۲

جدول۳-۸ : درصد بازدارندگی شیره‌ی انجیر با استفاده ازمحاسبات داده‌های دستگاه پتانسیو استات..... ۸۲

جدول ۳-۹ : تاثیر بازدارندگی ترکیب شیره انجیر با غلظت‌های مختلف و عسل با غلظت ppm ۱۸۰۰، با استفاده از پتانسیل خوردگی، جریان خوردگی، دانسیته‌ی خوردگی، ضرایب شیب آندی و کاتدی و میزان خوردگی با استفاده از دستگاه پتانسیو استات ۸۳

جدول۳-۱۰ : درصد بازدارندگی ترکیب شیره‌ی انجیر با غلظت‌های مختلف و عسل با غلظت ppm ۱۸۰۰با استفاده ازمحاسبات داده‌های دستگاه پتانسیو استات..... ۸۳

جدول۳ -۱۱ : درصد بازدارندگی عسل با غلظت های مختلف در محیط خورنده سدیم کلرید ۵/ مولار بعد از یک هفته غوطه‌وری..... ۸۳

جدول ۳-۱۲ : درصد بازدارندگی عسل با غلظت های مختلف در محیط خورنده سدیم کلرید ۵/ مولار بعد از دو هفته غوطه‌وری..... ۸۴

جدول ۳-۱۳: درصد بازدارندگی عسل با غلظت های مختلف در محیط خورنده سدیم کلرید ۵/ مولار بعد از سه هفته غوطه‌وری..... ۸۴

جدول۳ -۱۴ : درصد بازدارندگی عسل با غلظت های مختلف در محیط خورنده سدیم کلرید ۵/ مولار بعد از چهار هفته غوطه‌وری..... ۸۵

جدول ۳-۱۵ : در صد بازدارندگی اقاقیا با غلظت‌های مختلف و عسل با غلظت ppm ۱۸۰۰ در محیط خورنده‌ی سدیم کلرید ۰/۵ مولار بعد از یک هفته غوطه‌وری..... ۸۵

جدول ۳-۱۶ : در صد بازدارندگی اقاقیا با غلظت‌های مختلف و عسل با غلظت ppm ۱۸۰۰ در محیط خورنده‌ی سدیم کلرید ۰/۵ مولار بعد از دو هفته غوطه‌وری..... ۸۶

جدول ۳-۱۷ : در صد بازدارندگی اقاقیا با غلظت‌های مختلف و عسل با غلظت ppm ۱۸۰۰ در محیط خورنده‌ی سدیم کلرید ۰/۵ مولار بعد از سه هفته غوطه‌وری..... ۸۶

جدول ۳-۱۸ : در صد بازدارندگی اقاقیا با غلظت‌های مختلف و عسل با غلظت ppm ۱۸۰۰ در محیط خورنده‌ی سدیم کلرید ۰/۵ مولار بعد از چهار هفته غوطه‌وری..... ۸۷

جدول ۳-۱۹ : درصد بازدارندگی شیره انجیر با غلظت‌های مختلف و عسل با غلظت ppm ۱۸۰۰در محلول خورنده سدیم کلرید ۵/ مولار بعد ازیک هفته غوطه‌وری..... ۸۸

جدول۳-۲۰ : درصد بازدارندگی شیره انجیربا غلظت‌های مختلف و عسل با غلظت ppm ۱۸۰۰در محلول خورنده سدیم کلرید ۵/ مولار بعد ازدو هفته غوطه‌وری..... ۸۸

جدول ۳-۲۱ : درصد بازدارندگی شیره انجیربا غلظت‌های مختلف و عسل با غلظت ppm ۱۸۰۰در

محلول خورنده سدیم کلرید ۵/ مولار بعد ازسه هفته غوطه‌وری.....۸۸
جدول۳-۲۲ : درصد بازدارندگی شیره انجیر با غلظت‌های مختلف و عسل با غلظت ppm ۱۸۰۰در
محلول خورنده سدیم کلرید ۵/ مولار بعد از چهار هفته غوطه‌وری.....۸۹
جدول ۳-۲۳ : محاسبات جریان خوردگی، پتانسیل خوردگی، مقاومت الکترولیت،دانسیته‌ی جریان ،
ضرایب شیب کاتدی و آندی و میزان خوردگی عسل کُنار با دستگاه پتانسیو استات.....۸۹
جدول۳-۲۴: درصد بازدارندگی عسل کُنار با غلظت ppm ۱۲۰۰با استفاده از داده‌های دستگاه پتانسیو استات.....۸۹
جدول ۳-۲۵ : محاسبات جریان خوردگی، پتانسیل خوردگی، مقاومت الکترولیت،دانسیته‌ی جریان ،
ضرایب شیب کاتدی و آندی و میزان خوردگی عسل آویشن با دستگاه پتانسیو استات.....۹۰
جدول۳-۲۶ : درصد بازدارندگی عسل آویشن با غلظت ppm ۱۲۰۰با استفاده از داده‌های دستگاه پتانسیو استات.....۹۰

پیوست ۲

عکس ۳-۱ کوپن شاهد بدون بازدارنده با بزرگنمایی۴۰ x ۹۱
عکس۳-۲ کوپن شاهد بدون بازدارنده با بزرگ‌نمایی ۸۰ x.....۹۱
عکس ۳-۳ کوپن غوطه‌ور شده در عسل به‌مدت ۲۴ساعت با بزرگ‌نمایی ۴۰x ۹۱
عکس۳-۴ کوپن غوطه‌ور شده در عسل به‌مدت ۴۸ ساعت با بزرگ‌نمایی ۴۰x.....۹۱
عکس ۳-۵ کوپن غوطه‌ور شده در عسل ومیوه اقاقیا به مدت ۲۴ ساعت با بزرگ‌نمایی ۴۰x.....۹۱
عکس ۳-۶ کوپن غوطه‌ور شده در عسل و میوه اقاقیا به‌مدت ۴۸ ساعت با بزرگ‌نمایی ۴۰x.....۹۱
عکس ۳-۷ کوپن غوطه‌ور شده در شیره انجیر وعسل به‌مدت ۲۴ ساعت با بزرگ‌نمایی ۴۰x.....۹۲
عکس ۳-۸ کوپن غوطه‌ور شده درشیره عسل و انجیر به‌مدت ۴۸ ساعت با بزرگ‌نمایی ۴۰x.....۹۲
عکس ۳-۹ مقطع عرضی کوپن قرار گرفته در عسل و شیره انجیربا بزرگ‌نمایی ۸۰ x.....۹۲
عکس ۳-۱۰ مقطع عرضی کوپن قرار گرفته در عسل با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ x.....۹۲
عکس ۳-۱۱ مقطع عرضی کوپن قرار گرفته در عسل و شیره انجیربا بزرگ‌نمایی ۱۰۰ x.....۹۲
عکس۳-۱۲ مقطع عرضی کوپن قرار گرفته در عسل و اقاقیا با بزرگ‌نمایی ۶۰ x.....۹۲
عکس۳-۱۳: تصاویر متالوگرافی از مقطع عرضی نمونه غوطه‌ور شده در حضور عسل مِیمند فارس با یزرگ‌نمایی ۴۰۰x.....۹۳
عکس۳-۱۴ غوطه‌ور شده در محلول ۰/۵ M سدیم کلرید در شیره‌ی انجیرحضور عسل مِیمند فارس با بزرگ‌نمایی ۴۰۰ x.....۹۳
عکس۳-۱۵: تصویر متالوگرافی ازمقطع عرضی با نمونه در عسل با بزرگ‌نمایی ۴۰۰x ۹۳
عکس۳-۱۶ : تصویر از مقطع عرضی نمونه غوطه‌ور شده در عسل بزرگ‌نمایی ۴۰x.....۹۳
عکس ۳-۱۷ کوپن شاهد بدون حضور بازدارنده با بزرگ‌نمایی ۸۰ x.....۹۳
عکس ۳-۱۸ کوپن شاهد بدون حضور بازدارنده با بزرگ‌نمایی ۸۰ x ۹۳
عکس ۳-۱۹ پوسته شدن فیلم اقاقیا در ppm ۱۰۰۰روی سطح کوپن با بزرگ‌نمایی ۱۰۰x ۹۴
عکس ۳-۲۰ پوسته شدن فیلم اقاقیا در ppm۱۰۰۰ روی سطح کوپن با بزرگ‌نمایی۱۰۰x ۹۴
عکس ۳-۲۱ پوسته شدن فیلم اقاقیا در ppm ۱۲۰۰روی سطح کوپن با بزرگ‌نمایی ۱۰۰x.....۹۴
عکس ۳-۲۲ پوسته شدن فیلم اقاقیا در ppm۱۲۰۰ روی سطح کوپن با بزرگ‌نمایی۱۰۰x.....۹۴
عکس۳-۲۳ پوسته شدن فیلم اقاقیا در ppm ۱۴۰۰روی سطح کوپن با بزرگ‌نمایی ۱۰۰x ۹۴
عکس ۳-۲۴ پوسته شدن فیلم اقاقیا در ppm۱۴۰۰ روی سطح کوپن با بزرگ‌نمایی۱۰۰x ۹۴
عکس ۳-۲۵ پوسته شدن فیلم اقاقیا در ppm ۱۶۰۰روی سطح کوپن با بزرگ‌نمایی ۱۰۰x ۹۵
عکس ۳-۲۶ پوسته شدن فیلم اقاقیا در ppm۱۶۰۰ روی سطح کوپن با بزرگ‌نمایی۱۰۰x ۹۵
عکس ۳-۲۷ پوسته شدن فیلم اقاقیا در ppm ۱۸۰۰روی سطح کوپن با بزرگ‌نمایی ۱۰۰x ۹۵
عکس ۳-۲۸ پوسته شدن فیلم اقاقیا در ppm۱۸۰۰ روی سطح کوپن با بزرگ‌نمایی۱۰۰x ۹۵
عکس۳-۲۹ خورده شدن سطح کوپن در ppm ۱۲۰۰عسل روی سطح کوپن با بزرگ‌نمایی۸۰x.....۹۶
عکس ۳-۳۰ خورده شدن سطح کوپن در ppm ۱۲۰۰عسل روی سطح کوپن با بزرگ‌نمایی۴۰x.....۹۶