

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده شیمی
گروه شیمی فیزیک

پایان‌نامه برای دریافت
درجه کارشناسی ارشد

عنوان

اثر آندایزینگ و پوشش‌های تبدیلی کرومات- فسفات بر روی مقاومت به خوردگی پوشش‌های
پلی آنیلین- مونت موریلونیت- اپوکسی روی آلیاژهای آلومینیوم سری ۵۰۰۰ در محیط‌های
دریایی

استاد راهنما
دکتر میرقاسم حسینی

استاد مشاور
دکتر رضا نجار

پژوهشگر
مریم جعفری

بهمن ۸۸

تقدیم بہ

مادر مہربانم،

پدر و برادران عزیزم

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از استاد ارجمند، جناب آقای دکتر حسینی که راهنمایی بنده را در انجام این پروژه بر عهده داشتند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از جناب آقای دکتر نجار که سمت مشاور اینجانب در انجام پایان نامه بر عهده ایشان بود، تشکر می نمایم.

از دوستان و همکاران عزیزم در آزمایشگاه پژوهشی الکتروشیمی، خانم ها ابراهیمی، باقری، محمودی، زرداری، زینالی و آقایان رقیبی، احدزاده، مؤمنی، عبدالملکی، فرجی، اشرف پور و حسینی تشکر و قدردانی می نمایم.

در خاتمه از سایر دوستان عزیزم خانم ها فتحی، عبدلی، مرادی و اصغری صمیمانه سپاسگذارم.

فصل اول

۱	۱-۱- خوردگی فلزات	۱
۱	۲-۱- خوردگی آلیاژهای آلومینیوم	۱
۲	۳-۱- راه های جلوگیری از خوردگی	۲
۳	۴-۱- پوشش های آلی	۳
۳	۵-۱- پلیمرهای رسانا	۳
۴	۱-۵-۱- کاربرد پلیمرهای رسانا	۴
۵	۲-۵-۱- روش های سنتز پلیمرهای رسانا	۵
۵	۳-۵-۱- محافظت در برابر خوردگی پلیمرهای رسانا	۵
۶	۶-۱- پلیمر پلی آنیلین	۶
۸	۷-۱- کامپوزیت	۸
۸	۱-۷-۱- نانو کامپوزیت های پلیمر- سیلیکات لایه ای	۸
۱۲	۲-۷-۱- انواع سیلیکات های لایه ای اصلاح شده	۱۲
۱۵	۳-۷-۱- انواع کامپوزیت های پلیمر- کلی	۱۵
۱۶	۱-۳-۷-۱- نانو کامپوزیت های $PEA-MMT$ برای حفاظت از خوردگی CRS	۱۶
۱۹	۲-۳-۷-۱- نانو کامپوزیت های $PANI-Fe_2O_3.NiO$ برای حفاظت از خوردگی فولاد	۱۹
۲۱	۳-۳-۷-۱- تاثیر نوع کلی در پوشش های نانو کامپوزیتی $Epoxy-MMT$	۲۱
۲۳	۴-۳-۷-۱- اثر $PPy-MMT$ بر روی افزایش مقاومت به خوردگی پوشش های اپوکسی	۲۳
۲۵	۸-۱- اثر آماده سازی سطح	۲۵
۲۶	۱-۸-۱- آماده سازی شیمیایی و الکتروشیمیایی	۲۶
۲۷	۱-۸-۱- ۱- پسیواسیون بر پایه پوشش کروماته	۲۷
۲۸	۲-۸-۱- ۲- پسیواسیون بر پایه پوشش فسفات	۲۸
۲۹	۳-۸-۱- ۳- پسیواسیون بر پایه آندایزینگ	۲۹

فصل دوم

۳۰	۱-۲- مواد و روش ها	۳۰
۳۰	۲-۲- دستگاه های مورد استفاده	۳۰
۳۰	۳-۲- سنتز پلیمر پلی آنیلین	۳۰
۳۱	۴-۲- سنتز نانو کامپوزیت پلی آنیلین	۳۱

صفحه	عنوان
۳۱	۲-۵- تکنیک های مورد استفاده در شناسایی نانوکامپوزیت ها
۳۱	۲-۵-۱- تکنیک پراش پرتو ایکس (XRD)
۳۳	۲-۵-۲- تکنیک (FTIR)
۳۳	۲-۶- الکتروود های مورد استفاده
۳۳	۲-۷- آماده سازی نمونه ها
۳۴	۲-۷-۱- روش آندایزینگ
۳۴	۲-۷-۲- روش کرومات- فسفات
۳۴	۲-۸- تهیه پوشش
۳۶	۲-۹- روش های ارزیابی پوشش
۳۶	۲-۹-۱- میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)
۳۶	۲-۹-۲- روش های ارزیابی رفتار خوردگی
۳۷	۲-۱۰- بررسی اعتبار داده های تجربی EIS با استفاده از تبدیلات کرامرز- کرونیک

فصل سوم

۳۹	۳-۱- بررسی ساختار پلی آنیلین و نانوکامپوزیت های پلی آنیلین با استفاده از تکنیک FTIR
۴۲	۳-۲- بررسی ساختار پلی آنیلین و نانوکامپوزیت های پلی آنیلین با استفاده از تکنیک XRD
۴۶	۳-۳- بررسی مورفولوژی پوشش های پلی آنیلین و نانوکامپوزیت های پلی آنیلین با استفاده از تکنیک SEM
۵۱	۳-۴- بررسی رفتار الکتروشیمیایی پوشش ها با استفاده از تکنیک امپدانس الکتروشیمیایی
۵۱	۳-۴-۱- سابستریتهای آماده سازی شده به روش آندایزینگ
۵۱	۳-۴-۱-۱- پوشش های اپوکسی (E)
۵۴	۳-۴-۱-۲- پوشش های اپوکسی- پلی آنیلین (EP)
۵۶	۳-۴-۱-۳- مقایسه رفتار الکتروشیمیایی پوشش های E و EP
۵۹	۳-۴-۱-۴- پوشش های اپوکسی- پلی آنیلین- مونتموریلونیت ۱۵ A ، (EPM)
۶۳	۳-۴-۱-۵- مقایسه رفتار الکتروشیمیایی پوشش های E ، EP و EPM بر روی سابستریتهای آندایز شده
۶۶	۳-۴-۱-۶- پوشش های اپوکسی- پلی آنیلین- مونتموریلونیت ۲۰ A ، (EPM')

- ۳-۴-۱-۷- پوشش های اپوکسی- پلی آنیلین- مونتموریلونیت B ۳۰، (EPM'') ۷۱
- ۳-۴-۱-۸- مقایسه رفتار الکتروشیمیایی پوشش های E ، EP ، EPM ، EPM' و EPM'' ۳۷
- بر روی سابستریت های آندایز شده ۷۷
- ۳-۴-۲- سابستریت های آماده سازی شده به روش کروماته- فسفات ۸۱
- ۳-۴-۲-۱- پوشش های اپوکسی (E) و پلی آنیلین- اپوکسی (EP) ۸۱
- ۳-۴-۲-۲- پوشش های اپوکسی- پلی آنیلین- مونت موریلونیت A ۱۵، (EPM) ۸۴
- ۳-۴-۲-۳- پوشش های اپوکسی- پلی آنیلین- مونت موریلونیت A ۲۰، (EPM') ۸۸
- ۳-۴-۲-۴- پوشش های اپوکسی- پلی آنیلین- مونت موریلونیت B ۳۰، (EPM'') ۹۱
- ۳-۴-۲-۵- مقایسه رفتار الکتروشیمیایی پوشش های E ، EP ، EPM ، EPM' و EPM'' ۹۱
- بر روی سابستریت های آماده سازی شده به روش کروماته- فسفات ۹۶
- ۳-۴-۳- سابستریت های بدون آماده سازی سطح ۹۹
- ۳-۴-۳-۱- پوشش های اپوکسی (E) و اپوکسی- پلی آنیلین (EP) ۹۹
- ۳-۴-۳-۲- پوشش های اپوکسی- پلی آنیلین- مونت موریلونیت A ۱۵، (EPM') ۱۰۲
- ۳-۴-۳-۳- پوشش های اپوکسی- پلی آنیلین- مونت موریلونیت A ۲۰، (EPM') ۱۰۶
- ۳-۴-۳-۴- پوشش های اپوکسی- پلی آنیلین- مونت موریلونیت B ۳۰، (EPM'') ۱۰۸
- ۳-۴-۳-۵- مقایسه رفتار الکتروشیمیایی پوشش های E ، EP ، EPM ، EPM' و EPM'' ۱۰۸
- بر روی سابستریت های بدون آماده سازی سطح ۱۱۰
- ۳-۴-۴- اثر آماده سازی سطح بر روی مقاومت به خوردگی پوشش ها ۱۱۲
- ۳-۴-۴-۱- تاثیر آماده سازی سطح بر روی مقاومت به خوردگی پوشش های اپوکسی (E) و پوشش های اپوکسی- پلی آنیلین (EP) ۱۱۲
- ۳-۴-۴-۲- تاثیر آماده سازی سطح بر روی مقاومت به خوردگی پوشش های اپوکسی- پلی آنیلین- مونت موریلونیت A ۱۵، (EPM) ۱۱۶
- ۳-۴-۴-۳- تاثیر آماده سازی سطح بر روی مقاومت به خوردگی پوشش های اپوکسی- پلی آنیلین- مونت موریلونیت A ۲۰، (EPM') ۱۱۹
- ۳-۴-۴-۴- تاثیر آماده سازی سطح بر روی مقاومت به خوردگی پوشش های اپوکسی- پلی آنیلین- مونت موریلونیت B ۳۰، (EPM'') ۱۲۲
- ۳-۴-۵- تغییر شرایط خوردگی ۱۲۶

صفحه	عنوان
۱۲۶	-۱-۵-۴- مقاومت به خوردگی پوشش ها بر روی سابستريت های آندایز شده
۱۲۹	-۲-۵-۴-۳- مقاومت به خوردگی پوشش ها بر روی سابستريت های کروماته- فسفاتة
۱۳۱	-۲-۵-۴-۳- مقاومت به خوردگی پوشش ها بر روی سابستريت های بدون آماده سازی
۱۳۴	-۵-۳- بررسی اعتبار داده های تجربی با استفاده از تبدیلات کرامرز- کرونیگ (<i>KKT</i>)
۱۳۸ نتیجه گیری
۱۴۱ پیشنهادات
۱۴۲ منابع

فصل اول

- شکل ۱-۵-۱- مثال هایی از پلیمر های مزدوج ۴
- شکل ۱-۶-۱- حالت های اکسایشی متفاوت پلی آنیلین ۷
- شکل ۱-۱-۷-۱- تصویر نانوکامپوزیت های حاصل از قرار گرفتن پلیمر مابین سیلیکات های لایه ای ۹
- شکل ۲-۱-۷-۱- ساختار مولکولی سیلیکات های لایه ای ۱۰
- شکل ۳-۱-۷-۱- انجام واکنش مبادله کاتیونی ۱۱
- شکل ۴-۱-۷-۱- افزایش طول مسیر گونه های خورنده در حضور پوشش های پلیمر- کلی و ایجاد مسیر زیگزاگی ۱۲
- شکل ۱-۲-۷-۱- تغییرات نسبی آبگریزی کلوزیت ها ۱۵
- شکل ۱-۳-۷-۱- ساختار انواع کامپوزیت ها بر اساس برهم کنش مابین پلیمر و سیلیکات های لایه ای ۱۶
- شکل ۱-۱-۳-۷-۱- نمودار های تافل برای (a) CRS (b) PEA (c) CRS (d) CLEA ۱۸
- شکل ۲-۱-۳-۷-۱- نمودار نایکویست (a) CRS (b) PEA (c) CRS (d) CLEA در محلول ۰.۵٪ NaCl ۱۸
- شکل ۱-۲-۳-۷-۱- پتانسیل مدار باز سابستریت های فولادی پوشش داده شده در محلول ۰.۳٪ NaCl ۲۰
- شکل ۲-۲-۳-۷-۱- تغییرات مقاومت پوشش نسبت به زمان سابستریت های فولادی پوشش داده شده در محلول ۰.۳٪ NaCl ۲۱
- شکل ۱-۳-۳-۷-۱- منحنی های تافل پوشش های (a) CRS (b) epoxy (c) epoxy ۲۳
- شکل ۲-۳-۳-۷-۱- منحنی های نایکویست پوشش های (a) CRS (b) epoxy (c) epoxy ۲۳
- شکل ۱-۴-۳-۷-۱- وابستگی زمانی مقاومت پوشش های E، EM، EP و EPM در محیط ۰.۳٪ NaCl ۲۴
- شکل ۲-۴-۳-۷-۱- منحنی های نایکویست پوشش EPM در زمان های مختلف غوطه وری در ۰.۳٪ NaCl ۲۵

فصل دوم

- شکل ۲-۹-۲-۱- دستگاه پتانسیواستات- گالوانواستات مدل (EG & G ۲۲۶۳) ۳۶
- شکل ۲-۹-۲-۲- پردازش داده ها با نرم افزار *PowerSuit* ۳۸
- شکل ۲-۹-۲-۳- فیت کردن داده های حاصل از امیدانس با نرم افزار *Zview* ۳۸
- شکل ۲-۱۰-۱- بررسی اعتبار داده های حاصل از امیدانس نرم افزار *ZSim* ۳۸

فصل سوم

- شکل ۳-۱-۱- طیف های *FTIR* مربوط به (a) *PANI* (b) *PANI* ۱۵ A (c) *Cloisite* ۳۹
- شکل ۳-۱-۲- طیف های *FTIR* مربوط به (a) *PANI* (b) *Cloisite* ۲۰ A (c) *PANI* ۴۱
- شکل ۳-۲-۱- طیف های *XRD* مربوط به (a) *PANI* (b) *Cloisite* ۳۰ B (c) *PANI* ۱ (d) *PACN* ۱ (e) *PACN* ۵ ۴۳
- شکل ۳-۲-۲- طیف های *XRD* مربوط به (a) *PANI* (b) *Cloisite* ۲۰ A (c) *PANI* ۱ و *PACN* ۱ ۴۵
- شکل ۳-۳-۱- تصاویر *SEM* پوشش *EP* روی آلومینیوم آندایز شده ۴۶
- شکل ۳-۳-۲- تصاویر *SEM* پوشش های (a) *EPM* ۵ و (b) *EPM* ۰/۵ روی آلومینیوم آندایز شده ۴۸
- شکل ۳-۳-۳- تصاویر *SEM* پوشش *EPM* ۵ روی آلومینیوم آماده سازی شده به روش کروماته- فسفات ۴۹
- شکل ۳-۳-۳-۴- تصاویر *SEM* پوشش *EPM* ۵ روی آلومینیوم آندایز شده ۴۹
- شکل ۳-۴-۱-۱- نمودارهای بد پوشش *E* روی آلومینیوم آندایز شده در زمان های مختلف غوطه وری در محلول ۳/۵٪ *NaCl* و دمای $65^{\circ}C$ ۵۱
- شکل ۳-۴-۱-۲- مدار معادل الکتریکی دو ثابت زمانی ۵۲
- شکل ۳-۴-۱-۳- وابستگی زمانی مقاومت پوشش *E* روی آلومینیوم آندایز شده و غوطه وری در محلول ۳/۵٪ *NaCl* و دمای $65^{\circ}C$ به مدت ۱۰۰ h ۵۲
- شکل ۳-۴-۱-۴- وابستگی زمانی ظرفیت خازنی پوشش *E* روی آلومینیوم آندایز شده و غوطه وری در محلول ۳/۵٪ *NaCl* و دمای $65^{\circ}C$ به مدت ۱۰۰ h ۵۴

- شکل ۳-۴-۱-۲-۱- منحنی های نایکویست پوشش *EP* روی آلومینیوم آندایز شده در
 ۵۵ زمان های غوطه وری مختلف در محلول ۳/۵٪ *NaCl* و دمای $65^{\circ}C$
- شکل ۳-۴-۱-۲-۲- نمودارهای بد پوشش *EP* روی آلومینیوم آندایز شده در زمان های
 ۵۶ مختلف غوطه وری در محلول ۳/۵٪ *NaCl* و دمای $65^{\circ}C$
- شکل ۳-۴-۱-۲-۳- وابستگی زمانی مقاومت پوشش *EP* روی آلومینیوم آندایز شده و
 ۵۷ غوطه وری در محلول ۳/۵٪ *NaCl* و دمای $65^{\circ}C$ به مدت $100\ h$
- شکل ۳-۴-۱-۳-۱- وابستگی زمانی پوشش های *EP* و *E* روی آلومینیوم آندایز شده و
 ۵۸ غوطه وری در محلول ۳/۵٪ *NaCl* و دمای $65^{\circ}C$ به مدت $100\ h$
- شکل ۳-۴-۱-۳-۲- وابستگی زمانی ظرفیت خازنی پوشش های *EP* و *E* روی آلومینیوم
 ۵۹ آندایز شده و غوطه وری در محلول ۳/۵٪ *NaCl* و دمای $65^{\circ}C$ به مدت $100\ h$
- شکل ۳-۴-۱-۳-۱- نمودارهای بد پوشش های *EPM* (a) ۵٪، (b) ۱٪ و (c) ۰/۵٪ روی
 آلومینیوم آندایز شده در زمان های مختلف غوطه وری در محلول ۳/۵٪ *NaCl* و دمای
 ۶۰ $65^{\circ}C$
- شکل ۳-۴-۱-۳-۲- وابستگی زمانی مقاومت پوشش های *EPM* روی آلومینیوم آندایز شده
 ۶۱ و غوطه وری در محلول ۳/۵٪ *NaCl* و دمای $65^{\circ}C$ به مدت $100\ h$
- شکل ۳-۴-۱-۳-۳- وابستگی زمانی ظرفیت خازنی پوشش های *EPM* روی آلومینیوم آندایز
 ۶۲ شده و غوطه وری در محلول ۳/۵٪ *NaCl* و دمای $65^{\circ}C$ به مدت $100\ h$
- شکل ۳-۴-۱-۳-۵-۱- وابستگی زمانی مقاومت پوشش های (a) ۵٪ *EPM*، (b) ۱٪ *EPM* (c)
 و (d) ۰/۵٪ *EPM* (e) روی آلومینیوم آندایز شده و غوطه وری در محلول ۳/۵٪ *NaCl*
 ۶۴ و دمای $65^{\circ}C$ به مدت $100\ h$
- شکل ۳-۴-۱-۳-۵-۲- منحنی های نایکویست برای پوشش های *EPM*، *EP* و *E* روی
 ۶۵ آلومینیوم آندایز شده پس از $100\ h$ غوطه وری در محلول ۳/۵٪ *NaCl* و دمای $65^{\circ}C$
- شکل ۳-۴-۱-۳-۶-۱- نمودارهای بد پوشش های (a) ۵٪ *EPM'*، (b) ۱٪ *EPM'* (c) ۵٪ *EPM'*
 روی آلومینیوم آندایز شده در زمان های مختلف غوطه وری در محلول ۳/۵٪ *NaCl* و دمای
 ۶۷ $65^{\circ}C$
- شکل ۳-۴-۱-۳-۶-۲- منحنی های نایکویست برای پوشش های (a) ۵٪ *EPM'* روی آلومینیوم
 آندایز شده پس از (a) $1\ h$ ، (b) $27\ h$ (c) $45\ h$ (d) $70\ h$ (e) $100\ h$ غوطه وری در محلول
 ۶۸ ۳/۵٪ *NaCl* و دمای $65^{\circ}C$

- شکل ۳-۴-۱-۶-۳- وابستگی زمانی (a) مقاومت و (b) ظرفیت خازنی پوشش های EPM' روی آلومینیوم آندایز شده و غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ به مدت $100h$ ۶۹
- شکل ۳-۴-۱-۷-۱- نمودارهای بد پوشش های (a) EPM'' ۰/۵ (b) EPM'' ۱ (c) EPM'' ۵ روی آلومینیوم آندایز شده و زمان های مختلف غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ ۷۲
- شکل ۳-۴-۱-۷-۲- منحنی های نایکویست برای پوشش EPM'' ۰/۵ روی آلومینیوم آندایز شده پس از $2h$ و $100h$ غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ ۷۳
- شکل ۳-۴-۱-۷-۳- منحنی های نایکویست برای پوشش EPM'' ۵ روی آلومینیوم آندایز شده پس از $2h$ و $100h$ غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ ۷۴
- شکل ۳-۴-۱-۷-۴- مدار معادل الکتریکی سه ثابت زمانی در حضور امپدانس واربرورگ ۷۴
- شکل ۳-۴-۱-۷-۵- وابستگی زمانی (a) مقاومت و (b) ظرفیت خازنی پوشش های EPM'' روی آلومینیوم آندایز شده و غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ به مدت $100h$ ۷۵
- شکل ۳-۴-۱-۸-۱- وابستگی زمانی مقاومت پوشش های E و EP و پوشش های نانوکامپوزیتی (a) 10% (b) 1% و (c) 5% روی آلومینیوم آندایز شده و غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ به مدت $100h$ ۷۸
- شکل ۳-۴-۱-۸-۲- ساختار مولکولی سه نوع کلی در سنتز نانوکامپوزیت های (EPM) $15A$ ، (EPM') $20A$ و (EPM'') $30B$ ۷۹
- شکل ۳-۴-۱-۲-۴-۱- منحنی نایکویست پوشش E پس از a) $2h$ (b) $100h$ و پوشش EP پس از c) $2h$ (d) $55h$ و e) $100h$ روی آلومینیوم آماده سازی شده به روش کرومات-فسفات- و غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ ۸۲
- شکل ۳-۴-۱-۲-۴-۲- وابستگی زمانی (a) مقاومت و (b) ظرفیت خازنی پوشش های E و EP روی آلومینیوم آماده سازی شده به روش کرومات-فسفات- و غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ به مدت $100h$ ۸۳

- شکل ۳-۲-۲-۱- منحنی نایکویست پوشش ۰/۵ EPM پس از $h(a) 2$ و $h(b) 52$ و $h(c) 100$ و پوشش ۵ EPM پس از $h(d) 2$ و $h(e) 32$ و $h(f) 100$ روی آلومینیوم آماده سازی شده به روش کروماته- فسفات و غوطه وری در محلول ۳/۵ NaCl و دمای $65^{\circ}C$ ۸۵
- شکل ۳-۲-۲-۲- وابستگی زمانی a مقاومت و b ظرفیت خازنی پوشش های $EPM 0/5$ ، $EPM 1$ و $EPM 5$ روی آلومینیوم آماده سازی شده به روش کروماته- فسفات و غوطه وری در محلول ۳/۵ NaCl و دمای $65^{\circ}C$ به مدت $100 h$ ۸۷
- شکل ۳-۲-۲-۳- منحنی نایکویست پوشش های $EPM 1$ پس از $h(a) 2$ و $h(b) 51$ و $h(c) 100$ روی آلومینیوم آماده سازی شده به روش کروماته- فسفات و غوطه وری در محلول ۳/۵ NaCl و دمای $65^{\circ}C$ ۸۹
- شکل ۳-۲-۳-۲- وابستگی زمانی a مقاومت و b ظرفیت خازنی پوشش های $EPM' 0/5$ ، $EPM' 1$ و $EPM' 5$ روی آلومینیوم آماده سازی شده به روش کروماته- فسفات و غوطه وری در محلول ۳/۵ NaCl و دمای $65^{\circ}C$ به مدت $100 h$ ۹۰
- شکل ۳-۲-۲-۴- منحنی نایکویست پوشش ۰/۵ EPM" روی آلومینیوم آماده سازی شده به روش کروماته- فسفات پس از $h(a) 2$ و $h(b) 65$ و $h(c) 100$ غوطه وری در محلول ۳/۵ NaCl و دمای $65^{\circ}C$ ۹۲
- شکل ۳-۲-۲-۴- منحنی نایکویست پوشش ۰/۵ EPM" روی آلومینیوم آماده سازی شده به روش کروماته- فسفات پس از h ۴۷ غوطه وری در محلول ۳/۵ NaCl و دمای $65^{\circ}C$ ۹۳
- شکل ۳-۲-۲-۳- وابستگی زمانی a مقاومت و b ظرفیت خازنی پوشش های $EPM'' 0/5$ ، $EPM'' 1$ و $EPM'' 5$ روی آلومینیوم آماده سازی شده به روش کروماته- فسفات و غوطه وری در محلول ۳/۵ NaCl و دمای $65^{\circ}C$ به مدت $100 h$ ۹۴
- شکل ۳-۲-۲-۴- نمودار بد پوشش های $EPM'' 0/5$ ، $EPM'' 1$ و $EPM'' 5$ روی آلومینیوم آماده سازی شده به روش کروماته- فسفات پس از h ۱۰۰ غوطه وری در محلول ۳/۵ NaCl و دمای $65^{\circ}C$ ۹۵
- شکل ۳-۲-۲-۱- وابستگی زمانی پوشش های E ، EP و پوشش های نانوکامپوزیتی a و b (۰/۱ و ۰/۵) روی آلومینیوم آماده سازی شده به روش کروماته- فسفات و غوطه وری در محلول ۳/۵ NaCl و دمای $65^{\circ}C$ به مدت $100 h$ ۹۷

- شکل ۳-۴-۳-۱-۱- منحنی نایکویست پوشش های E و EP روی آلومینیوم بدون آماده سازی سطح پس از $100h$ غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ ۱۰۰
- شکل ۳-۴-۳-۱-۲- وابستگی زمانی (a) مقاومت و (b) ظرفیت خازنی پوشش های E و EP روی آلومینیوم بدون آماده سازی سطح و غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ به مدت $100h$ ۱۰۱
- شکل ۳-۴-۳-۱-۲- نمودارهای نایکویست پوشش های EPM ۵ پس از a $6h$ (b) $25h$ c $100h$ و EPM ۱ پس از d $6h$ (e) $90h$ (f) $100h$ روی آلومینیوم بدون آماده سازی سطح و غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ ۱۰۳
- شکل ۳-۴-۳-۱-۲- وابستگی زمانی (a) مقاومت و (b) ظرفیت خازنی پوشش های EPM روی آلومینیوم بدون آماده سازی سطح و غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ به مدت $100h$ ۱۰۵
- شکل ۳-۴-۳-۱-۳- نمودار نایکویست پوشش EPM' ۵ روی آلومینیوم بدون آماده سازی سطح پس از $100h$ غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ ۱۰۶
- شکل ۳-۴-۳-۱-۳- وابستگی زمانی (a) مقاومت و (b) ظرفیت خازنی پوشش های EPM' روی آلومینیوم بدون آماده سازی سطح و غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ ۱۰۷
- شکل ۳-۴-۳-۱-۴- نمودار نایکویست پوشش EPM'' ۵ روی آلومینیوم بدون آماده سازی سطح پس از $100h$ غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ ۱۰۹
- شکل ۳-۴-۳-۱-۴- وابستگی زمانی پوشش های EPM'' روی آلومینیوم بدون آماده سازی سطح و غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ به مدت $100h$ ۱۰۹
- شکل ۳-۴-۳-۱-۵- وابستگی زمانی مقاومت پوشش های E ، EP و پوشش های نانوکامپوزیتی (a) ۰/۵٪ (b) ۱٪ و (c) ۵٪ روی آلومینیوم بدون آماده سازی سطح و غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ ۱۱۱
- شکل ۳-۴-۳-۱-۱- وابستگی زمانی مقاومت پوشش E روی انواع مختلف آلومینیوم آماده سازی شده و غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ به مدت $100h$ ۱۱۳
- شکل ۳-۴-۳-۱-۲- وابستگی زمانی مقاومت پوشش EP روی انواع مختلف آلومینیوم آماده سازی شده و غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ به مدت $100h$ ۱۱۴

- شکل ۳-۴-۱-۳- وابستگی زمانی ظرفیت خازنی پوشش های $E(a)$ و b EP روی انواع مختلف آلومینیوم آماده سازی شده و غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ ۱۱۵
- شکل ۳-۴-۲-۱- وابستگی زمانی پوشش های $E(a)$ EPM ۰/۵ b EPM ۱ c و EPM ۵ بر روی آلیاژ های آلومینیومی آندایز شده، کروماته- فسفات و بدون آماده سازی و غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ ۱۱۷
- شکل ۳-۴-۲-۲- وابستگی زمانی ظرفیت خازنی پوشش EPM ۵ بر روی آلیاژ های آلومینیومی آندایز شده، کروماته- فسفات و بدون آماده سازی و غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ ۱۱۹
- شکل ۳-۴-۳-۱- وابستگی زمانی پوشش های $E(a)$ EPM' ۰/۵ b EPM' ۱ و EPM' ۵ c روی آلیاژ های آلومینیومی آندایز شده، کروماته- فسفات و بدون آماده سازی و غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ به مدت $100h$ ۱۲۱
- شکل ۳-۴-۳-۲- وابستگی زمانی ظرفیت خازنی پوشش EPM' ۰/۵ بر روی آلیاژ های آلومینیومی آندایز شده، کروماته- فسفات و بدون آماده سازی در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ به مدت $100h$ ۱۲۲
- شکل ۳-۴-۴-۱- وابستگی زمانی پوشش های $E(a)$ EPM'' ۰/۵ b EPM'' ۱ و EPM'' ۵ c بر روی آلیاژ های آلومینیومی آندایز شده، کروماته- فسفات و بدون آماده سازی و غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ به مدت $100h$ ۱۲۳
- شکل ۳-۴-۴-۲- وابستگی زمانی a (مقاومت و b) ظرفیت خازنی پوشش های EPM ۵، EPM' ۰/۵ و EPM'' ۰/۵ بر روی آلومینیوم آندایز شده در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ و دمای $65^{\circ}C$ به مدت $100h$ ۱۲۵
- شکل ۳-۴-۵-۱- وابستگی زمانی a (مقاومت و b) ظرفیت خازنی پوشش های EP ، E و EPM بر روی آلومینیوم آندایز شده و غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ در دمای عادی به مدت ۱۰۰ روز ۱۲۸
- شکل ۳-۴-۵-۲- وابستگی زمانی a (مقاومت و b) ظرفیت خازنی پوشش های EP ، E و EPM بر روی آلومینیوم کروماته- فسفات و غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ در دمای عادی به مدت ۱۰۰ روز ۱۳۰

- شکل ۳-۴-۵-۱-۳-۱- وابستگی زمانی مقاومت پوشش های E ، EP و EPM بر روی آلومینیوم بدون آماده سازی و غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ در دمای عادی به مدت ۱۰۰ روز ۱۳۱
- شکل ۳-۴-۵-۲-۳-۲- وابستگی زمانی a (مقاومت و b) ظرفیت خازنی پوشش EPM ۱ بر روی آلومینیوم آندایز شده، کروماته- فسفات و بدون آماده سازی و غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ در دمای عادی به مدت ۱۰۰ روز ۱۳۳
- شکل ۳-۵-۱-۱- منحنی های a (نایکویست و b) بد، حاصل از روش تجربی و تئوری (KKT) برای پوشش EPM ۵ بر روی آلومینیوم کروماته- فسفات پس از $95h$ غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ ۱۳۶
- شکل ۳-۵-۲-۲- منحنی های a (نایکویست و b) بد، حاصل از روش تجربی و تئوری (KKT) برای پوشش EP بر روی آلومینیوم بدون آماده سازی سطح پس از $23h$ غوطه وری در محلول $NaCl$ ۳/۵٪ ۱۳۷

فصل اول

- ۱۴ جدول ۱-۲-۷-۱- ساختار کلوزیت ها با انواع اصلاح کننده های شیمیایی
- ۱۷ جدول ۱-۱-۳-۷-۱- شرایط سنتز و بررسی های الکتروشیمیایی پوشش های نانوکامپوزیتی *PEA-MMT*
- ۲۲ جدول ۱-۳-۳-۷-۱- شرایط سنتز و بررسی های الکتروشیمیایی پوشش های نانوکامپوزیتی *Epoxy-MMT*

فصل دوم

- ۳۲ جدول ۱-۴-۲- شرایط سنتز نانوکامپوزیت ها با انواع مختلف کلوزیت و درصد های متفاوت
- ۳۵ جدول ۱-۸-۲- شرایط آماده سازی پوشش های نانوکامپوزیتی

فصل سوم

- ۱۲۵ جدول ۱-۴-۴-۳- داده های حاصل از امیدانس الکتروشیمیایی پوشش های *E*، *EP*، *EPM'' ۰/۵*، *EPM' ۰/۵* و *EPM ۵* با سابستریتهای آماده سازی شده
- ۱۳۴ جدول ۱-۵-۳- اعتبار داده های به دست آمده با استفاده از روش *KKT* بر روی سابستریتهای آندایز شده
- ۱۳۵ جدول ۲-۵-۳- اعتبار داده های بدست آمده با استفاده از روش *KKT* بر روی سابستریتهای کروماته- فسفات
- ۱۳۵ جدول ۳-۵-۳- اعتبار داده های به دست آمده با استفاده از روش *KKT* بر روی سابستریتهای آماده سازی نشده

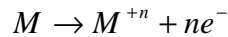
اختصارات

<i>PANI</i>	Polyaniline
<i>PEA</i>	Polyethoxyaniline
<i>CRS</i>	Cold rolled steel
<i>CLEA</i>	Clay+Polyethoxyaniline
<i>OCP</i>	Open circuit potential
<i>MMT</i>	Montmorillonite
<i>APS</i>	Ammonium persulfate ($(NH_4)_2S_2O_8$)
<i>CSA</i>	۱۰-Camphorsulphonic acid
<i>TEPA</i>	Tetraethylenepentamine
<i>FTIR</i>	Fourier transform infrared spectroscopy
<i>XRD</i>	X-ray diffraction
<i>SEM</i>	Scanning electron microscopy
<i>EIS</i>	Electrochemical impedance spectroscopy
	اختصارات مربوط به این کار تحقیقاتی
<i>EPM</i>	Epoxy- PANI- MMT(۱۰A)
<i>EPM'</i>	Epoxy- PANI- MMT(۲۰A)
<i>EPM''</i>	Epoxy- PANI- MMT(۳۰B)

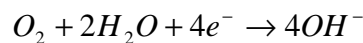
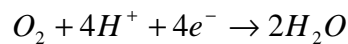
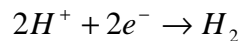
نام خانوادگی دانشجو: جعفری	نام: مریم
عنوان پایانامه:	
اثر آندازینگ و پوشش های تبدیلی کروماته- فسفات بر روی مقاومت به خوردگی پوشش های پلی آنیلین- مونت موریلونیت- اپوکسی روی آلیاژهای آلومینیوم سری ۵۰۰۰ در محیط های دریایی	
استاد راهنما: دکتر میرقاسم حسینی	استاد مشاور: دکتر رضا نجار
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: شیمی گرایش: شیمی فیزیک دانشگاه: تبریز	
دانشکده: شیمی	تاریخ فارغ التحصیلی: بهمن ماه ۱۳۸۸
تعداد صفحه: ۱۴۹	
کلید واژه ها: (واژه هایی که بیانگر موضوع پایانامه است) پلی آنیلین، مونت موریلونیت، نانوکامپوزیت، آلومینیوم، خوردگی، آندازینگ	
چکیده: (این قسمت داکتر در دو صفحه تایپ شود) در این پروژه در ابتدا ترکیبات نانوکامپوزیتی پلی آنیلین- مونت موریلونیت (<i>MMT</i>) با استفاده از روش پلیمریزاسیون شیمیایی، در حضور یک سری از نانولایه های مونت موریلونیت (<i>Cloisite ۱۵ A</i> ، <i>Cloisite ۲۰ A</i> و <i>Cloisite ۳۰ B</i>)، کامفور سولفونیک اسید (<i>CSA</i>) و آمونیوم پراکسی دی سولفات (<i>APS</i>) به عنوان سورفکتانت و آغاز کننده سنتز شدند. ترکیبات نانوکامپوزیتی بدست آمده با استفاده از تکنیک های <i>FTIR</i> و <i>XRD</i> مورد آنالیز قرار گرفته شدند. به منظور دستیابی به ترکیب نانوکامپوزیتی یکنواخت، رزین اپوکسی مورد استفاده قرار گرفت. برای بررسی تاثیر <i>PANI</i> و <i>MMT</i> بر روی بهبود مقاومت به خوردگی پوشش های اپوکسی، در محلول ۳/۵٪ <i>NaCl</i> و دمای ۶۵ °C، پوشش های اپوکسی، اپوکسی- پلی آنیلین و پوشش های نانوکامپوزیتی اپوکسی- پلی آنیلین- مونت موریلونیت (آماده سازی شده با انواع کلوزیت) بر روی آلیاژهای آلومینیومی بدون آماده سازی اولیه و همچنین سابستریتهای آلومینیومی آماده سازی شده با روش های الکتروشیمیایی (آندازینگ) و شیمیایی (کروماته- فسفات) با تکنیک اسپکتروسکوپی امپدانس الکتروشیمیایی (<i>EIS</i>) مورد مطالعه قرار گرفتند. همچنین مورفولوژی پوشش های قرار گرفته بر روی سابستریتهای آلومینیومی آماده سازی شده با تکنیک <i>SEM</i> مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که پوشش های نانوکامپوزیتی سنتز شده با <i>Cloisite ۱۵ A</i> با ۰.۵٪ وزنی بر روی آلومینیوم آماده سازی شده با روش آندازینگ مقاومت به خوردگی بهتری را نسبت به دیگر نمونه ها از خود نشان می دهند. این پدیده می تواند به مورفولوژی ویژه و چسبندگی خوب چنین پوشش هایی بر روی آلومینیوم مربوط شود.	

۱-۱- خوردگی فلزات

خوردگی را می توان تخریب یک فلز در اثر یک واکنش شیمیایی یا الکتروشیمیایی تعریف نمود. فرایند خوردگی شامل دو واکنش جدا از هم می باشد. واکنش آندی، شامل حل شدن فلز، تشکیل کاتیون های فلزی، همراه با آزاد شدن الکترون ها می باشد.



این واکنش، واکنش اکسایشی نیز نامیده می شود. M فلز، M^{+n} فلز اکسید شده به یون های فلزی و ne^{-} تعداد الکترون های تولید شده در طول فرایند آندی می باشند که این الکترون ها در طول فرایند کاتدی مصرف می شوند. واکنش های کاتدی معمول در فرایند خوردگی فلزات عبارتند از:



واکنش کاتدی و آندی به صورت همزمان در سطح فلز رخ می دهد. بنابراین برای کنترل خوردگی باید جریان یافتن الکترون ها در سطح فلز متوقف شود [۱ و ۲].

۱-۲- خوردگی آلیاژهای آلومینیوم

وقتی سطح آلومینیوم در معرض هوا قرار می گیرد یک فیلم اکسید محافظ و چسبنده روی آن تشکیل می گردد. چنین فیلم های اکسیدی در حالت طبیعی به تنهایی نمی توانند در محیط هایی با خصلت خوردندگی بالا دوام بیاورند.

این فیلم های اکسیدی تحت تاثیر فرایند های شیمیایی و محیطی از بین می روند؛ در نتیجه فلز به طور مداوم دچار خوردگی می گردد. آلیاژ های آلومینیوم به طور گسترده ای در صنایع مختلف مانند هوا- فضا، خودروسازی و دیگر صنایع تولیدی مورد استفاده قرار می گیرند. مزیت اصلی استفاده از آلیاژ آلومینیوم نسبت به فولاد عبارت است از افزایش استحکام با کاهش دما بدون کاهش