

مقدمه‌ای بر علم خوردگی

پدیدآورنده

ای. مک کافرتی

عضو هیئت علمی

دانشکده مهندسی مکانیک و هوافضا

دانشگاه جرج واشنگتن

برگردانندگان

مهندسین مطاپور

استادیار دانشکده مهندسی مواد

دانشگاه صنعتی اصفهان

علیرضا صنعتی

دانشجوی دکتری دانشکده مهندسی مواد

دانشگاه صنعتی اصفهان

داود پرورش‌فر

کارشناس ارشد دانشکده مهندسی مواد



دانشگاه صنعتی اصفهان
مرکز نشر

شماره کتاب ۱۵۰

گروه فنی و مهندسی ۶۱

مقدمه‌ای بر علم خوردگی

پدیدآورنده	ای. مک کافرتی
برگرداننده	مسعود عطاپور، علیرضا صنعتی، داود پرورش‌فر
ویراستار علمی	محمود پاکشیر
ویراستار ادبی	محبوبه شمس
صفحه آر	شقایق نصیری
طراح جلد	مرضیه خردمند
لینوگرافی، چاپ	چاپخانه دانشگاه صنعتی اصفهان
ناشر	مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان
چاپ اول	بهار ۱۳۹۷
شمارگان	۵۰۰ جلد
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۸۲۵۷-۲۱-۶
قیمت	۳۴۰۰۰ ریال

شابک	9 786000 8257-21-9
شماره کتابشناسی ملی	۵۲۲۳۴۲۰
عنوان و نام پدیدآور	مقدمه‌ای بر علم خوردگی / پدیدآور: ای. مک کافرتی؛ برگردانندگان مسعود عطاپور، علیرضا صنعتی، داود پرورش‌فر.
مشخصات نشر	اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان، مرکز نشر، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	بیست، ۷۶۲ ص.: مصور، جدول، نمودا.
فروست	دانشگاه صنعتی اصفهان، مرکز نشر؛ ۱۵۰ گروه فنی و مهندسی؛ ۶۱.
یادداشت	عنوان اصلی: Introduction to corrosion science, 2010.
یادداشت	کتاب حاضر نخستین بار تحت عنوان «مروری جامع بر علم خوردگی فلزات» با ترجمه‌ی سعیدرضا الله‌کرم ... [و دیگران] توسط انتشارات صادقه پورعلی در سال ۱۳۹۳ فیفا دریافت کرده است.
یادداشت	چاپ دوم. کتابنامه.
عنوان دیگر	مروری جامع بر علم خوردگی فلزات.
موضوع	خوردگی Corrosion and anti-corrosives
رده بندی دیویی	۶۲۰/۱۱۲۲۳
رده بندی کنگره	TA۴۲۷/۷۲۴ ۱۳۹۷
سرشناسه	مکافرتی، ای. McCafferty, E.
شناسه افزوده	عطاپور، مسعود، ۱۳۵۸ - مترجم، صنعتی، علیرضا، ۱۳۶۹ - مترجم، پرورش‌فر، داود، ۱۳۶۷ - مترجم
شناسه افزوده	دانشگاه صنعتی اصفهان. مرکز نشر
وضعیت فهرست نویسی	فیفا

حق چاپ برای مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان محفوظ است.

اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان - مرکز نشر - کدپستی ۸۳۱۱۱-۸۴۱۵۶، تلفن: ۳۳۹۱۲۵۰۹ (۰۳۱) دورنگار: ۳۳۹۱۲۵۲۸ برای خرید اینترنتی کلیه کتاب‌های منتشره مرکز نشر می‌توانید به وبگاه <http://publication.iut.ac.ir> مراجعه و یا مستقیماً از کتابفروشی مرکز نشر اقدام کنید. کتابخانه مرکزی دانشگاه صنعتی اصفهان (تلفن: ۳۳۹۱۳۹۵۲) نیز امکان خرید را فراهم می‌کند.

پیشگفتار

این کتاب به عنوان یک کتاب درسی در زمینه علم خوردگی برای ارایه در یک ترم در سطح تحصیلات تکمیلی یا کارشناسی پیشرفته در نظر گرفته شده است. این کتاب، مورد توجه دانشمندان شیمی فیزیک یا علم مواد است و دانشجویان رشته‌های شیمی، علم مواد و مهندسی را پوشش می‌دهد. همچنین این کتاب برای آموزش عملی مهندسان خوردگی یا مهندسان مواد که می‌خواهند فرمانشان را اصول پایه‌ای علم خوردگی را افزایش دهند، مفید است.

در این کتاب فرصت داده است که دانشجو یا خواننده، پیش‌زمینه‌ای در زمینه الکتروشیمی ندارد. با این حال، دانشجو خواننده باید دست‌کم یک درس کارشناسی در زمینه علم مواد یا شیمی فیزیک گذرانده باشد. در این کتاب مطالب بیشتری نسبت به یک درس که در یک ترم می‌تواند ارایه شود، گنجانده شده است. بنابراین این کتاب هم برای کلاس درس و هم به عنوان یک کتاب مرجع برای استفاده بیشتر در نظر گرفته شده است.

این کتاب از ارایه‌های کلاسی مؤلف از سال ۱۹۸۲ میلادی تاکنون (۲۰۰۹) که یک درس پیشرفته برای تحصیلات تکمیلی با عنوان اثرهای محیط در مواد در دانشگاه جرج واشنگتن، واشنگتن دی سی، برنامه‌ریزی و ارایه شده، برگرفته شده است. مطالب بیشتری در نتیجه ۳۰ سال تجربه مؤلف در زمینه خوردگی، به طور عمده در آزمایشگاه پژوهشی دانشگاه واشنگتن دی سی، و همچنین شرکت فولاد بثلیم، بثلیم، پی ای و تحت جریان فوق دگرایی رابرت ای ولج در دانشگاه تگزاس ارایه شده است.

متن این کتاب بر اصول پایه‌ای علم خوردگی که پایه‌ای برای پیشرفت‌های عملی است، تأکید دارد. در این جا تأکید بر خوردگی در محیط‌های آبی است، اگرچه فصلی درباره اکسیداسیون دما زیاد نیز ارایه شده است. هدف تلاش کلی، فراهم کردن یک مقدمه خلاصه، ولی دقیق از علم خوردگی، بدون درگیر شدن در داستان‌های موردی خاص، کاربردهای مهندسی منحصر به فرد یا اطلاعات عملی خوردگی است. برخی از عنوان‌های مورد توجه دیگر در زمینه علم خوردگی، به دلیل حفظ ماهیت مقدماتی بودن آن و حجم کتاب، صرف نظر شده است. افزون بر این، منابع ارایه شده در کتاب بیش از آنکه جامع باشند، گویا هستند. همچنین

بیشتر فصل‌ها مجموعه‌ای از مسائل را دارند. پاسخ‌های عددی به مسائل، در انتهای کتاب ارایه شده است.

در نهایت، نویسنده لازم می‌داند تا از معلمانی که با محبت، زندگی علمی او را شکل داده‌اند، قدردانی کند. این افراد عبارت‌اند از: دکتر جی بی هرتون و ای آر بروزیللو از شرکت فولاد بٹلیجم که نویسنده را با زمینه خوردگی آشنا کردند، پروفیسور ای سی زتلمویر از دانشگاه لی‌های که به نویسنده، زیبایی شیمی سطح را در دوره دکتری آموخت، دکتر نورمن هکرم، رچ دکترا از دانشگاه تگزاس، دکتر بی اف برون و ام اچ پترسون از آزمایشگاه پژوهش ناوال و پروفیسور جیمز پی وایتمن از دانشگاه ایالتی و مؤسسه پلی‌تکنیک ویرجینیا، صاحب اثر "عامل سطحی فوق‌العاده" که نویسنده، تعطیلات لذت‌بخش و هیجان‌انگیزی را در کنار او داشت.

همچنین نویسنده از ای‌ان جونز سه، جیمز آر مارتین، فارل جی مارتین، پاول ام ناتیشان، ویرجینیا دگنورگی، لودو دیو س، امارت ای. بیلز و ری رایان همگی از آزمایشگاه پژوهشی ناوال که به روش‌های مختلف همکاری کردند، قدردانی می‌کند. افزون بر این، نویسنده از همکاری خوب ای پوربه از سیلک (مهر خوردگی بلژیک)، سی اندرسون انگ، جی آر و ام دی از کلینیک اورتوپدی اندرسون، اسکاتریه ای، فوئب دنت ویل، نورتن لایت استودیو، فلورانس، ام ای اریک آکسدال و یو-پول-ایت هری هازلتن غرب و پی ای سپاسگزاری می‌کند.

در نهایت، نویسنده از دکتر کننت هول، ویراستار ارشد، اسرینگر، برای تشویق و حمایتش قدردانی می‌کند.

اوهارد مک کافرتی

واشینگتن، دی سی

فهرست مطالب

۱:	جنبه‌های اجتماعی خوردگی	۱
۱-۱	ما در یک جامعه مبتنی بر فلزها زندگی می‌کنیم	۱
۲-۱	چرا خوردگی را مطالعه می‌کنیم؟	۳
۳-۱	خوردگی و زندگی و ایمنی انسان	۳
۴-۱	اقتصاد خوردگی	۵
۵-۱	خوردگی و حفاظت از مواد	۷
۶-۱	مطالعه خوردگی	۱۰
۷-۱	علم خوردگی در برابر مهندسی خوردگی	۱۲
۸-۱	چالش‌های دانشمندان خوردگی امروز	۱۳
۱۴	مسائل	۱۴
۱۵	منابع مورد استفاده	۱۵
۲:	سرآغازی بر مبانی پایه‌ای	۱۷
۱-۲	مقدمه	۱۷
۲-۲	فرآیندهای فیزیکی تخریب	۱۸
۳-۲	فرآیندهای تخریب ناشی از محیط	۱۹
۴-۲	واکنش‌های الکتروشیمیایی	۱۹
۵-۲	واکنش‌های نیم‌پیل	۲۰
۱-۵-۲	واکنش‌های آندی	۲۰
۲-۵-۲	واکنش‌های کاتدی	۲۱
۶-۲	جفت واکنش‌های الکتروشیمیایی	۲۲
۷-۲	مطلبی در مورد خوردگی اتمسفری	۲۵
۸-۲	آثار ثانویه واکنش‌های کاتدی	۲۷
۹-۲	سه ویژگی ساده محلول‌ها	۲۹

۳۰	 ثابت فارادی و قانون فارادی
۳۲	 ۱۱-۲ واحدهای اندازه‌گیری نرخ خوردگی (سرعت)
۳۳	 ۱۲-۲ خوردگی یکنواخت در برابر خوردگی موضعی
۳۵	 ۱۳-۲ هشت نوع خوردگی
۳۷	 مسائل
۴۱	 منابع مورد استفاده
۴۳	 ۳: فصل مشترک‌های باردار
۴۳	 ۱-۳-۱-۳
۴۳	 ۲-۳-۱-۳ الکترولیت‌ها
۴۳	 ۱-۲-۳-۱-۳ داخل یک الکترولیت
۴۷	 ۳-۳-۱-۳ فصل مشترک‌ها
۴۷	 ۱-۳-۳-۱-۳ معرفی یک فصل مشترک
۴۷	 ۲-۳-۳-۱-۳ فصل مشترک محلول/محلول
۵۰	 ۳-۳-۳-۱-۳ فصل مشترک فلز/محلول
۵۱	 ۴-۳-۱-۳ یون‌های فلزی در دو محیط شیمیایی متفاوت
۵۳	 ۵-۳-۱-۳ لایه دوگانه الکتریکی
۵۳	 ۱-۵-۳-۱-۳ مدل گوی-چپمن برای لایه دوگانه الکتریکی
۵۴	 ۱-۱-۵-۳-۱-۳ پتانسیل الکترواستاتیک و اختلاف پتانسیل
۵۵	 ۲-۵-۳-۱-۳ مدل استرن برای لایه دوگانه الکتریکی
۵۶	 ۳-۵-۳-۱-۳ مدل بوکریس-دیوانتان-مولر برای لایه دوگانه الکتریکی
۵۸	 ۶-۳-۱-۳ مفهوم لایه دوگانه الکتریکی برای خوردگی
۵۹	 ۷-۳-۱-۳ پتانسیل‌های الکترود
۵۹	 ۱-۷-۳-۱-۳ اختلاف پتانسیل در امتداد یک فصل مشترک فلز/محلول
۶۳	 ۸-۳-۱-۳ سری نیروی محرکه الکتریکی
۶۵	 ۹-۳-۱-۳ الکترود مرجع برای آزمایشگاه و شرایط میدانی
۷۱	 ۱۰-۳-۱-۳ اندازه‌گیری پتانسیل‌های الکترود
۷۳	 مسائل
۷۶	 منابع مورد استفاده

۱۱۵	۱۰-۵ پیل های اختلاف غلظت
۱۱۵	۱-۱۰-۵ پیل های غلظت یون فلزی
۱۱۷	۱۰-۵-۲ پیل های غلظت اکسیژن
۱۱۸	۱۱-۵ آزمایش قطره آب ایوانس
۱۱۹	۱۲-۵ خوردگی خط آب
۱۲۰	۱۳-۵ خوردگی شیاری: یک دید اولیه
۱۲۱	مسائل
۱۲۶	منابع مورد استفاده
۱۲۷	۶: ترمودینامیک خوردگی: نمودارهای پوربه
۱۲۷	۱-۶ مقدمه
۱۲۹	۲-۶ نمودار پوربه آلومینیم
۱۲۹	۱-۲-۶ ساختار نمودار پوربه برای آلومینیم
۱۳۵	۲-۲-۶ مقایسه اطلاعات ترمودینامیکی و سینتیکی برای آلومینیم
۱۳۶	۳-۶ نمودار پوربه آب
۱۳۸	۴-۶ نمودارهای پوربه برای سایر فلزها
۱۳۸	۱-۴-۶ نمودار پوربه فلز روی
۱۳۹	۲-۴-۶ نمودار پوربه آهن
۱۴۲	۵-۶ نمودارهای پوربه برای فلزهای افزودنی
۱۴۵	۶-۶ کاربردهای نمودارهای پوربه در خوردگی
۱۴۷	۷-۶ محدودیت های نمودارهای پوربه
۱۴۸	۸-۶ نمودارهای پوربه برای آلیاژها
۱۴۹	۹-۶ نمودارهای پوربه در دماهای بالا
۱۵۳	مسائل
۱۵۷	منابع مورد استفاده
۱۵۹	۷: سینتیک خوردگی
۱۵۹	۱-۷ مقدمه
۱۵۹	۲-۷ واحدهای نرخ های خوردگی
۱۵۹	۳-۷ روش های تعیین نرخ های خوردگی
۱۶۰	۱-۳-۷ روش کاهش وزن

۱۶۲	۲-۳-۷ روش افزایش وزن.....
۱۶۲	۳-۳-۷ آنالیز شیمیایی محلول.....
۱۶۴	۴-۳-۷ روش های گازسنجی.....
۱۶۶	۵-۳-۷ اندازه گیری ضخامت.....
۱۶۶	۶-۳-۷ روش مقاومت الکتریکی.....
۱۶۶	۷-۳-۷ روش نشانگر خشی.....
۱۶۹	۸-۳-۷ روش های الکتروشیمیایی.....
۱۶۹	۱-۸-۳-۷ پلاریزاسیون الکتروشیمیایی.....
۱۶۹	۲-۱-۳-۷ پلاریزاسیون آندی و کاتدی.....
۱۷۰	۳-۸-۳-۷ تجسم پلاریزاسیون کاتدی.....
۱۷۲	۴-۸-۳-۷ تجسم پلاریزاسیون آندی.....
۱۷۳	۵-۸-۳-۷ پلاریزاسیون اهمی.....
۱۷۴	۴-۷ سینتیک الکتروود برای پلاریزاسیون اکتیواسیون.....
۱۷۴	۵-۷ تئوری سرعت واکنش های.....
۱۷۵	۶-۷ سینتیک الکتروود برای فلزهایی که خورده نمی شوند.....
۱۸۰	۷-۷ منحنی های پلاریزاسیون چگونه رسم می شوند؟.....
۱۸۲	۸-۷ معادله تافل.....
۱۸۴	۹-۷ پتانسیل های برگشت پذیر و برگشت ناپذیر.....
۱۸۵	۱۰-۷ تئوری پتانسیل مختلط (واگنر و تروود).....
۱۹۰	۱۱-۷ پارامترهای سینتیک الکتروود.....
۱۹۴	۱۲-۷ کاربرد تئوری پتانسیل مختلط.....
۱۹۴	۱-۱۲-۷ فلزها در محلول های اسیدی.....
۱۹۵	۲-۱۲-۷ برون یابی تافل.....
۱۹۸	۱۳-۷ تأیید سرعت های خوردگی به دست آمده از طریق برون یابی تافل.....
۲۰۱	۱۴-۷ حفاظت کاتدی آهن در اسیدها.....
۲۰۴	۱۵-۷ اثر واکنش کاتدی.....
۲۰۵	۱۶-۷ اثر مساحت کاتد بر خوردگی گالوانیکی.....
۲۰۷	۱۷-۷ واکنش های اکسایش - احیای چندتایی.....
۲۰۹	۱۸-۷ کنترل آندی یا کاتدی.....
۲۱۱	۱۹-۷ روش پلاریزاسیون خطی (استرون و گری).....

۲۱۴	۷-۲۰ مزایا و خطاهای ممکن برای روش پلاریزاسیون خطی
۲۱۵	۷-۲۱ کاربردهای روش پلاریزاسیون خطی
۲۱۸	۷-۲۲ ولت سنجی چرخه‌ای کوتاه‌دامنه
۲۱۹	۷-۲۳ روش‌های آزمایشگاهی برای تعیین منحنی‌های پلاریزاسیون
۲۱۹	۷-۲۳-۱ نمونه‌های الکتروود
۲۱۹	۷-۲۳-۲ نگهدارنده‌های الکتروود
۲۲۱	۷-۲۳-۳ پیل‌های الکتروشیمیایی
۲۲۲	۷-۲۳-۴ تجهیزات و دستورالعمل‌ها
۲۲۵	مسائل
۲۳۰	منابع مورد استفاده
۲۳۳	۸: پلاریزاسیون غلظتی
۲۳۳	۸-۱ مقدمه
۲۳۴	۸-۲ احیای اکسیژن کجای می‌دهد
۲۳۴	۸-۳ پلاریزاسیون غلظتی در منحنی‌های چگالی جریان-پتانسیل
۲۳۷	۸-۴ قابلیت انحلال و نفوذ
۲۳۷	۸-۴-۱ قابلیت انحلال اکسیژن در محلول‌های آبی
۲۴۰	۸-۴-۲ قانون اول فیک برای نفوذ
۲۴۱	۸-۴-۳ نفوذ و حرکت‌های بی‌نظم
۲۴۶	۸-۵ سیستم‌های الکتروود برای پلاریزاسیون غلظتی
۲۴۶	۸-۵-۱ پروفیل غلظتی نزدیک سطح یک الکتروود
۲۴۷	۸-۵-۲ چگالی جریان حدی نفوذ
۲۵۰	۸-۵-۳ لایه نفوذی در مقایسه با بخش نفوذ لایه دوگانه
۲۵۰	۸-۵-۴ رابطه جریان-پتانسیل برای پلاریزاسیون غلظتی
۲۵۳	۸-۵-۵ نظریه واگنر-ترد برای پلاریزاسیون غلظتی
۲۵۴	۸-۶ تأثیر عوامل محیطی بر پلاریزاسیون غلظتی و خوردگی
۲۵۵	۸-۶-۱ تأثیر غلظت اکسیژن
۲۵۸	۸-۶-۲ تأثیر سرعت محلول
۲۵۹	۸-۶-۳ تأثیر دما
۲۶۱	۸-۷ کاربردهای دیگر منحنی‌های پلاریزاسیون غلظتی

۲۶۲	۸-۸ آثار سطح بر خوردگی گالوانیک
۲۶۴	۹-۸ پلاریزاسیون خطی
۲۶۵	۱۰-۸ پلاریزاسیون غلظتی در محلول‌های اسیدی
۲۶۷	۱۱-۸ پلاریزاسیون اکتیواسیون و غلظتی ادغام شده
۲۶۸	۱۲-۸ الکتروود دیسکی چرخان
۲۷۲	مسائل
۲۷۵	منابع مورد استفاده
۲۷۷	۹: رویین شدن
۲۷۷	۱-۹ مقدمه
۲۷۷	۲-۹ آلوده نمودن نمونه‌ای از مواد رویین
۲۷۸	۳-۹ رویین شدن چیست؟
۲۷۹	۴-۹ تاریخچه اولیه رویین شدن
۲۷۹	۵-۹ ضخامت لایه اکسید رویین
۲۸۰	۶-۹ هدف این بخش
۲۸۰	۷-۹ پایه‌های الکتروشیمیایی رویین شدن
۲۸۵	۸-۹ تئوری‌های رویین شدن
۲۸۵	۹-۱-۸ تئوری جذب سطحی
۲۸۷	۹-۲-۸ تئوری لایه اکسیدی
۲۸۹	۹-۳-۸ تئوری لایه زنجیره‌ای
۲۹۰	۹-۹ روش‌های تجزیه و تحلیل سطح به منظور بررسی لایه‌های رویین
۲۹۲	۹-۱-۹ طیف‌نگاری فتوالکترونی پرتوی ایکس (XPS)
۲۹۵	۹-۲-۹ طیف‌نگاری جذب سطحی پرتوی ایکس
۲۹۶	۹-۳-۹ میکروسکوپ عبوری روبشی
۲۹۸	۹-۱۰-۹ مدل‌های ارائه شده برای لایه اکسیدی رویین آهن
۲۹۸	۹-۱۰-۱ مدل لایه دوگانه
۳۰۲	۹-۱۰-۲ مدل اکسید آبدار
۳۰۳	۹-۱۰-۳ مدل بار دوقطبی پایدار
۳۰۴	۹-۱۰-۴ مدل عیب اسپینلی
۳۰۵	۹-۱۰-۵ این مدل‌های متفاوت به چه معناست؟

۳۰۶	۱۱-۹ لایه‌های اکسیدی رویین روی آلومینیم
۳۰۶	۱-۱۱-۹ لایه‌های اکسیدی تشکیل شده در هوا
۳۰۷	۲-۱۱-۹ لایه‌های تشکیل شده در محلول‌های آبی
۳۰۹	۱۲-۹ ویژگی‌های لایه‌های اکسیدی رویین
۳۰۹	۱-۱۲-۹ ضخامت
۳۰۹	۲-۱۲-۹ هدایت یونی و الکترونی
۳۱۰	۳-۱۲-۹ پایداری شیمیایی
۳۱۰	۴-۱۲-۹ خواص مکانیکی
۳۱۳	۱۲-۹ ساختار لایه‌های رویین
۳۱۵	۱۳-۹ رویین شدن در آلارهای دوتایی
۳۱۸	۱-۱۳-۹ تئوری آرایش الکترونی
۳۲۰	۲-۱۳-۹ ویژگی‌های لایه اکسید
۳۲۱	۳-۱۳-۹ تئوری نفوذ
۳۲۳	۴-۱۳-۹ تئوری مدل نموداری
۳۳۰	۱۴-۹ رویین شدن در فولادهای زنگ‌نازن
۳۳۲	۱-۱۴-۹ جنبه‌های الکتروشیمیایی
۳۳۴	۲-۱۴-۹ ترکیب لایه‌های رویین فولادهای زنگ‌نازن
۳۳۶	۱۵-۹ رویین شدن از طریق آلیاژی کردن با فلزهای نج
۳۳۸	۱۶-۹ حفاظت آندی
۳۴۱	مسائل
۳۴۵	منابع مورد استفاده
۳۵۱	۱۰: خوردگی شیاری و خوردگی حفره‌ای
۳۵۱	۱-۱۰ مقدمه
۳۵۱	۲-۱۰ خوردگی شیاری
۳۵۲	۱-۲-۱۰ شروع خوردگی شیاری
۳۵۸	۲-۲-۱۰ پیشرفت خوردگی شیاری
۳۶۱	۳-۲-۱۰ ارزیابی خوردگی شیاری
۳۶۵	۴-۲-۱۰ اثرهای سطح در خوردگی شیاری
۳۶۶	۵-۲-۱۰ حفاظت در برابر خوردگی شیاری

۳۶۸	۳-۱۰ خوردگی حفره‌ای
۳۷۰	۱-۳-۱۰ پتانسیل بحرانی حفره‌دار شدن
۳۷۴	۲-۳-۱۰ تعیین تجربی پتانسیل‌های حفره‌دار شدن
۳۷۵	۳-۳-۱۰ اثر یون‌های کلرید بر پتانسیل حفره‌دار شدن
۳۷۵	۴-۳-۱۰ اثر بازدارنده‌ها بر پتانسیل حفره‌دار شدن
۳۷۶	۵-۳-۱۰ سازوکار جوانه‌زنی حفره
۳۸۰	۶-۳-۱۰ سازوکار رشد حفره
۳۸۲	۷-۳-۱۰ پتانسیل حفاظت
۳۸۵	۸-۳-۱۰ حفره‌های شبه پایدار و روپین شدن مجدد
۳۸۸	۴-۱۰ مواد نای پوربه تجربی برای خوردگی حفره‌ای
۳۸۹	۵-۱۰ اثر مولدین روی خوردگی حفره‌ای فولادهای زنگ‌نزن
۳۹۱	۶-۱۰ اثر ناخالص‌های سولفیدی بر خوردگی حفره‌ای فولادهای زنگ‌نزن
۳۹۳	۷-۱۰ اثر دما
۳۹۴	۸-۱۰ حفاظت در برابر خوردگی حفره‌ای
۳۹۵	۹-۱۰ خوردگی حفره‌ای آلومینیم
۳۹۹	۱۰-۱۰ پیل‌های انسدادی خوردگی (OCC)
۴۰۲	۱-۱۰-۱۰ پیل انسدادی خوردگی روی آهن
۴۰۴	۲-۱۰-۱۰ پیل‌های انسدادی خوردگی روی مس و آلومینیم
۴۰۶	۱۱-۱۰ تفاوت‌های بین خوردگی حفره‌ای و شیار
۴۰۷	۱۲-۱۰ تشخیص حفره‌های خوردگی
۴۱۰	مسائل
۴۱۴	منابع مورد استفاده
۴۱۹	۱۱: خوردگی تشدیدشده با عوامل مکانیکی
۴۱۹	۱-۱۱ مقدمه
۴۲۲	۲-۱۱ خوردگی تنش
۴۲۲	۱-۲-۱۱ متالورژی مکانیکی
۴۲۴	۲-۲-۱۱ ویژگی‌های خوردگی تنش
۴۲۶	۳-۱۱ مراحل خوردگی تنش
۴۲۶	۱-۳-۱۱ شروع SCC

۴۲۸.....	۲-۳-۱۱ پیشرفت SCC
۴۳۰.....	۴-۱۱ مکانیک شکست و SCC
۴۳۰.....	۱-۴-۱۱ اثر کلی یک عیب
۴۳۲.....	۲-۴-۱۱ فرضیه‌های متداول
۴۳۲.....	۳-۴-۱۱ مکانیک شکست و K_I
۴۳۲.....	۴-۴-۱۱ فاکتورهای شدت تنش برای انواع خاصی از عیب‌ها
۴۳۶.....	۵-۲-۱۱ تیر یک سر درگیر و K_{Isc}
۴۳۹.....	۶-۱-۱۱ K_{Isc} به عنوان یک ویژگی مشخصه
۴۳۹.....	۵-۱۱ آزمون SCC
۴۱۱.....	۱-۵-۱۱ تفسیر داده‌های آزمون SCC
۴۴۴.....	۶-۱۱ اثرهای متناوب در SCC
۴۴۶.....	۱-۶-۱۱ اثرهای مرتبط با SCC
۴۴۶.....	۲-۶-۱۱ نقش پتانسیل ورود
۴۴۸.....	۳-۶-۱۱ اثر غلظت Cl و pH
۴۴۹.....	۴-۶-۱۱ اثر دما
۴۴۹.....	۷-۱۱ سازوکارهای SCC
۴۵۰.....	۱-۷-۱۱ انحلال آندی
۴۵۱.....	۲-۷-۱۱ سازوکار پارگی فیلم
۴۵۲.....	۳-۷-۱۱ ترک خوردگی ناشی از تنش-جذب سطحی
۴۵۳.....	۴-۷-۱۱ تردی هیدروژنی
۴۵۶.....	۵-۷-۱۱ مقایسه انحلال آندی و تردی هیدروژنی
۴۵۸.....	۶-۷-۱۱ سازوکار بین‌المللی SCC
۴۵۸.....	۸-۱۱ حفاظت در برابر خوردگی تنشی
۴۵۹.....	۹-۱۱ خستگی خوردگی
۴۶۰.....	۱-۹-۱۱ داده‌های خستگی خوردگی
۴۶۲.....	۲-۹-۱۱ حفاظت در برابر خستگی خوردگی
۴۶۳.....	۱۰-۱۱ خوردگی حبابی
۴۶۵.....	۱۱-۱۱ خوردگی فرسایشی و خوردگی نوسانی
۴۶۸.....	مسائل
۴۷۱.....	منابع مورد استفاده

۴۷۵	۱۲: بازدارنده‌های خوردگی
۴۷۵	۱-۱۲ مقدمه
۴۷۸	۲-۱۲ انواع بازدارنده‌ها
۴۸۰	۳-۱۲ محلول‌های اسیدی
۴۸۰	۱-۳-۱۲ جذب شیمیایی بازدارنده‌ها
۴۸۲	۲-۳-۱۲ اثر غلظت بازدارنده
۴۸۴	۳-۳-۱۲ عامل‌های شیمیایی مؤثر بر کارایی بازدارنده‌های جذب‌شونده شیمیایی
۴۸۹	۴-۳-۱۲ مشارکت آب
۴۹۱	۵-۳-۱۲ جذب رقابتی در برابر جذب همزمان
۴۹۳	۶-۳-۱۲ نقش لایه دوگانه الکتریکی
۴۹۵	۷-۳-۱۲ پتانسیل از معر
۴۹۷	۸-۳-۱۲ نقش اختلال مولکولی
۵۰۱	۹-۳-۱۲ ایزوترم‌های جذب
۵۰۵	۴-۱۲ خوردگی در محلول‌ها به طور تقریبی خشی
۵۰۵	۱-۴-۱۲ نقش لایه‌های اکسیدی
۵۰۷	۲-۴-۱۲ ترکیب‌های کیلیت‌کننده به روان بازدارنده‌های خوردگی
۵۰۹	۳-۴-۱۲ کرومات‌ها و جایگزین‌های کرومات
۵۱۰	۵-۱۲ بازدارندگی خوردگی موضعی
۵۱۰	۱-۵-۱۲ خوردگی حفره‌ای
۵۱۴	۲-۵-۱۲ خوردگی شیاری
۵۱۷	۳-۵-۱۲ خوردگی تنشی و خستگی خوردگی
۵۱۹	۶-۱۲ دستاوردهای جدید در بازدارندگی خوردگی
۵۱۹	۱-۶-۱۲ مولکول‌های زیستی
۵۲۳	۲-۶-۱۲ لایه‌های لانگمویر- بلاجت و تک‌لایه‌های خودآرا
۵۲۷	۷-۱۲ بازدارنده‌های فاز بخار
۵۳۰	مسائل
۵۳۳	منابع مورد استفاده
۵۳۷	۱۳: خوردگی زیر پوشش‌های آلی
۵۳۷	۱-۱۳ مقدمه

۵۳۸.....	۲-۱۳ رنگ‌ها و پوشش‌های آلی
۵۴۲.....	۳-۱۳ خوردگی زیر فیلم
۵۴۲.....	۱-۳-۱۳ نفوذ آب به یک پوشش آلی
۵۴۷.....	۲-۳-۱۳ نفوذ اکسیژن و یون‌ها به داخل یک پوشش آلی
۵۴۸.....	۳-۳-۱۳ شکست یک پوشش آلی
۵۵۰.....	۴-۳-۱۳ چسبندگی پوشش‌های آلی
۵۵۵.....	۵-۳-۱۳ بهبود مقابله با خوردگی به وسیله پوشش‌ها
۵۵۵.....	۴-۱۳ نورانی رشته‌ای (فیلامنتی)
۵۵۸.....	۵-۱۳ آزمون‌های خوردگی پوشش‌های آلی
۵۵۹.....	۱-۵-۱۳ آزمون‌های سریع‌شده
۵۵۹.....	۲-۵-۱۳ ورقه‌های شاکی کاردی
۵۶۲.....	۳-۵-۱۳ روش‌های امیدسنجی - یک توضیح مختصر
۵۶۳.....	۶-۱۳ جهت‌گیری‌های اخیر چالزها جدید
۵۶۶.....	مسائل
۵۶۸.....	منابع مورد استفاده
۵۷۱.....	۱۴: امیدانس AC
۵۷۱.....	۱-۱۴ مقدمه
۵۷۱.....	۲-۱۴ فرآیندهای آسایش
۵۷۴.....	۳-۱۴ تجهیزات آزمایشگاهی
۵۷۵.....	۴-۱۴ اعداد مختلط و تجزیه و تحلیل مدار AC
۵۷۷.....	۵-۱۴ فصل مشترک فلز/محلول
۵۷۸.....	۱-۵-۱۴ تجزیه و تحلیل امیدانس
۵۸۰.....	۲-۵-۱۴ روش‌های اضافی برای ترسیم اطلاعات امیدانس
۵۸۲.....	۳-۵-۱۴ ثابت‌های زمانی چندتایی و اثر نفوذ
۵۸۴.....	۴-۵-۱۴ تبدیل‌های کرامرز-کرونیگ
۵۸۵.....	۵-۵-۱۴ کاربرد با هدف جلوگیری از خوردگی
۵۸۹.....	۶-۱۴ پوشش‌های آلی
۵۹۵.....	۷-۱۴ لایه‌های اکسیدی و عملیات سطحی
۵۹۸.....	۸-۱۴ ملاحظه‌های پایانی

۶۰۰.....	مسائل
۶۰۳.....	منابع مورد استفاده
۶۰۵.....	۱۵: اکسیداسیون گازها در دمای بالا
۶۰۵.....	۱-۱۵ مقدمه
۶۰۶.....	۲-۱۵ ترمودینامیک اکسیداسیون دما بالا
۶۰۶.....	۱-۲-۱۵ نمودارهای الینگهام
۶۰۸.....	۲-۲-۱۵ فشار تعادلی اکسیژن
۶۰۹.....	۳-۱۵ تئوری اکسیداسیون دما بالا
۶۱۱.....	۴-۱۵ قوانین سرعت اکسیداسیون
۶۱۲.....	۱-۴-۱۵ قانون سرعت خطی
۶۱۴.....	۲-۴-۱۵ قانون سرعت ماسی
۶۱۴.....	۳-۴-۱۵ قانون سرعت لگاریتمی
۶۱۴.....	۴-۴-۱۵ مقایسه قوانین سرعت
۶۱۵.....	۵-۴-۱۵ سازوکار واکنش و قائم سرعت سهمی
۶۱۸.....	۶-۴-۱۵ اثر دما بر سرعت اکسیداسیون
۶۱۸.....	۵-۱۵ ماهیت عیب‌دار اکسیدها
۶۲۰.....	۱-۵-۱۵ ماهیت نیمه‌هادی اکسیدها
۶۲۲.....	۲-۵-۱۵ قوانین هاف برای اکسیداسیون
۶۲۸.....	۳-۵-۱۵ اثر فشار اکسیژن بر ثابت‌های سرعت سهمی
۶۲۹.....	۶-۱۵ غیریکتوانختی فیلم‌های اکسیدی
۶۳۰.....	۷-۱۵ اکسیدهای محافظ در مقابل اکسیدهای غیرمحافظ
۶۳۰.....	۱-۷-۱۵ نسبت پیلینگ-بدورث
۶۳۱.....	۲-۷-۱۵ ویژگی‌های اکسیدهای محافظ در دمای زیاد
۶۳۳.....	مسائل
۶۳۵.....	منابع مورد استفاده
۶۳۷.....	۱۶: عنوان‌های برگزیده در علم خوردگی
۶۳۷.....	۱-۱۶ مقدمه
۶۳۷.....	۲-۱۶ سینتیک‌های الکترودی انحلال آهن در اسیدها
۶۳۹.....	۱-۲-۱۶ سازوکار بوکریس-کلی

- ۱۶-۲-۲ سازوکار هیوزلر ۶۴۰
- ۱۶-۲-۳ تلفیق دو سازوکار ۶۴۲
- ۱۶-۲-۴ پژوهش‌های بیشتر روی سیستمیک الکتروود ۶۴۳
- ۱۶-۳-۱ توزیع جریان و پتانسیل ۶۴۴
- ۱۶-۳-۲ معادله لاپلاس ۶۴۴
- ۱۶-۳-۳ پیل‌های دایره‌ای خوردگی ۶۴۵
- ۱۶-۳-۴ مطالعه پارامتری ۶۴۸
- ۱۶-۴-۱ کاربرد آزمایش‌های رُزنفلد و پاولاتسکایا ۶۵۱
- ۱۶-۴-۲ لایه‌های بزرگ و قوانین شبیه‌سازی ۶۵۳
- ۱۶-۴-۳ سیستم حفاظت کاتدی یک کشتی ۶۵۴
- ۱۶-۴-۴ قوانین شبیه‌سازی ۶۵۵
- ۱۶-۵-۱ ویژگی‌های اسیدی-بازی و اسیدی ۶۵۷
- ۱۶-۵-۲ گروه‌های هیدروسیل سطحی ۶۵۷
- ۱۶-۵-۳ ماهیت مکان‌های سولفید و بازی ۶۵۹
- ۱۶-۵-۴ نقطه ایزوالکتریک اکسید ۶۵۹
- ۱۶-۵-۵ بار سطحی و خوردگی حفره‌ای ۶۶۱
- ۱۶-۵-۵ پتانسیل حفره‌دار شدن آلومینیم به صورت تابعی از pH ۶۶۴
- ۱۶-۶-۱ اصلاح سطح به وسیله پرتوهای انرژی‌دار هدف ۶۶۴
- ۱۶-۶-۲ کاشت یون و فرآیندهای مرتبط ۶۶۵
- ۱۶-۶-۳ کاربردهای کاشت یون ۶۶۸
- ۱۶-۶-۴ روش‌های پردازش سطحی با لیزر ۶۷۴
- ۱۶-۶-۴ کاربردهای پردازش سطحی با لیزر ۶۷۶
- ۱۶-۶-۵ مقایسه کاشت یون و پردازش سطحی از راه لیزر ۶۸۰
- مسائل ۶۸۱
- منابع مورد استفاده ۶۸۴
- ۱۷: جنبه‌های مفید خوردگی ۶۸۷
- ۱۷-۱ مقدمه ۶۸۷
- ۱۷-۲ رنگ زیباست ۶۸۷
- ۱۷-۳ لایه‌های تشکیل‌شده روی مس نیز زیبا هستند ۶۹۰

۶۹۰	۴-۱۷ حفاظت کاتدی
۶۹۰	۵-۱۷ ماشین کاری الکتروشیمیایی
۶۹۰	۶-۱۷ تمیزکاری فلز
۶۹۰	۷-۱۷ حکاکی
۶۹۱	۸-۱۷ باتری ها
۶۹۱	۹-۱۷ رویین شدن
۶۹۱	۱۰-۱۷ آندایزینگ
۶۹۱	۱۱-۱۷ جواهرات تیتانیومی و هنر
۶۹۲	۱۲-۱۷ احتیاد برای صنعتگران بی تجربه
۶۹۳	منابع مورد استفاده
۶۹۵	پاسخ مسائل و تمرینات
۷۰۹	پیوست A
۷۱۳	پیوست B
۷۱۵	پیوست C
۷۱۷	پیوست D
۷۲۱	پیوست E
۷۲۳	پیوست F
۷۲۷	پیوست G
۷۲۹	پیوست H
۷۳۱	پیوست I
۷۳۳	پیوست J
۷۳۷	پیوست K

۷۳۹..... پیوست L

۷۴۱..... پیوست M

۷۴۳..... پیوست N

۷۴۷..... پیوست O

۷۵۱..... واژه‌نامه

۷۵۹..... واژه‌یاب

www.ketab.ir