



انتشارات دانشگاه شیراز

۵۰۴

# خوردگی مقاطع جوش

تالیف

جی. آر. دیویس

مترجمان:

دکتر سیروس جوادپور

استاد بخش مهندسی مواد، دانشگاه شیراز

مهندس رحیم رفیعی

دانشجوی دکتری بخش مهندسی مواد، دانشگاه شیراز

چاپ اول

۱۳۹۵

|                     |                                                                                                                                                         |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| عنوان و نام پدیدآور | خوردگی مقاطع جوش: تألیف: اصحیح: ویراستار: جی. آر. دیویس؛ برگرداندگان: سیروس جوادپور، رحیم رفیعی                                                         |
| مشخصات نشر          | شیراز: دانشگاه شیراز، مرکز نشر، ۱۳۹۵                                                                                                                    |
| مشخصات ظاهری        | ی، ۴۹۳ ص: مصور، جدول، نمودار.                                                                                                                           |
| فروست               | انتشارات دانشگاه شیراز، ۵۰۴                                                                                                                             |
| شابک                | ۹۷۸۹۶۴۴۶۳۵۰۴۶                                                                                                                                           |
| وضعیت فهرست نویسی   | فپا                                                                                                                                                     |
| یادداشت             | عنوان اصلی: Corrosion of weldments, c 2006.                                                                                                             |
| یادداشت             | کتاب حاضر قیلاً تحت عنوان «خوردگی در جوش» ترجمه حمید امیدوار، و دیگران؛ از انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) در سال ۱۳۹۴ منتشر شده است. |
| یادداشت             | واژه نامه.                                                                                                                                              |
| عنوان دیگر          | خوردگی در جوش.                                                                                                                                          |
| موضوع               | فولاد ساختمانی - جوشکاری                                                                                                                                |
| موضوع               | -- Welding Steel, Structural                                                                                                                            |
| موضوع               | فولاد ساختمانی - خوردگی                                                                                                                                 |
| موضوع               | Steel, Structural-- Corrosion                                                                                                                           |
| موضوع               | اتصال های جوش شده                                                                                                                                       |
| موضوع               | Welded joints                                                                                                                                           |
| شناسه افزوده        | دیویس، جوزف آر. ویراستار                                                                                                                                |
| شناسه افزوده        | (Davis, J. R. (Joseph R.                                                                                                                                |
| شناسه افزوده        | جوادپور، سیروس، ۱۳۲۶ - مترجم.                                                                                                                           |
| شناسه افزوده        | رفیعی، رحیم، ۱۳۶۴ - مترجم.                                                                                                                              |
| شناسه افزوده        | دانشگاه شیراز، مرکز نشر                                                                                                                                 |
| رده بندی کنگره      | TS۲۲۷۳:ج ۹۴ ۱۳۹۵                                                                                                                                        |
| رده بندی دیویی      | ۵۲:۶۷۱                                                                                                                                                  |
| شماره کتابشناسی ملی | ۴۴۳۸۳۲۹                                                                                                                                                 |

## خوردگی مقاطع جوش

تألیف: جی. آر. دیویس

مترجمان: دکتر سیروس جوادپور، مهندس رحیم رفیعی

صفحه آرا: زینب دهقانی

چاپ اول: ۱۳۹۵

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۳۳۰۰۰۰ ریال

(حق چاپ برای مرکز نشر دانشگاه شیراز محفوظ است.)



## پیش‌گفتار مترجمان

کتاب حاضر ترجمه کتاب «خوردگی مقاطع جوش» نوشته جی. آر. دیویس و از انتشارات ASM آمریکاست. این کتاب در یازده فصل نگاشته شده است. در فصل اول مرور مختصری در مورد اهمیت و نقش خوردگی سازه‌های جوشکاری شده صورت گرفته است. در این فصل عوامل متعددی که یک مقطع جوش را مستعد به حمله خوردگی می‌نماید به اجمال مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل‌های دوم تا نهم خوردگی انواع فولادهای ساده کربنی و کم آلیاژ، ضدزنگ استنیتی، ضدزنگ فریتی، ضد زنگ دوفازی، ضد زنگ مارتنزیتی، آلیاژهای پایه نیکل، آلیاژهای غیر آهنی و مقاطع جوش غیرمشابه مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در تمامی این فصل‌ها نویسنده به مفاهیم عمیق خوردگی مقاطع جوش پرداخته است. در خلال هر فصل نیز مثال‌های کاربردی و مطالعات موردی فراوانی جهت تفهیم بهتر مطلب گنجانده شده است. در فصل دهم خوردگی مقاطع جوش در صنایع و محیط‌های خاصی مانند پالایشگاه، پتروشیمی و صنایع کاغذسازی آورده شده و در نهایت در فصل یازدهم روش‌های پایش و آزمون‌های خوردگی به همراه استانداردهای مربوطه به اجمال معرفی شده‌اند.

با توجه به منابع در دسترس برگردانندگان، این اثر، تنها کتاب دانشگاهی است که به طور اخص در زمینه خوردگی مقاطع جوش به رشته تالیف در آمده است. تلفیق مفاهیم مربوط به دانش خوردگی و جوشکاری و وجود مثالهای صنعتی فراوان، این کتاب را به منبع ارزشمندی جهت تدریس، تحقیقات و رفع مشکلات صنعت در بسیاری از حوزه‌های مهندسی به ویژه متالورژی، مکانیک و شیمی تبدیل نموده است.

در برگرداندن مفاهیم به جای ممکن سعی شده است که از واژه‌های فارسی استفاده شود. در مواردی نیز معادل فارسی کلمات، رایج نبوده و واژه اصلی که متداول‌تر است به کار برده شده است. هرچند، ترجمه حاضر بارها توسط برگردانندگان و متخصصان مورد بررسی‌های فراوان قرار گرفته، اما، همانند هر اثر دیگری خالی از اشکال نیست. لذا، از کلیه اساتید گرامی، دانشجویان و متخصصین عزیز درخواست می‌شود، نظرات و پیشنهادات ارزشمند خود را به نشانی الکترونیکی [javadpor@shirazu.ac.ir](mailto:javadpor@shirazu.ac.ir) ارسال نمایند تا ان شاء... در چاپ‌های بعدی کتاب لحاظ گردد. مترجمان این کتاب بر خود لازم می‌دانند از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه شیراز، همچنین سرکار خانم دکتر ستوده، رئیس محترم مرکز نشر دانشگاه شیراز، سرکار خانم دهقانی صفحه‌آرای کتاب، آقایان مهندس مسعود وطن‌آرا و رامین کامجو به خاطر همکاری در مقابله به متن کتاب صمیمانه تشکر و قدردانی کنند.

تقدیم به دانشجویان متالورژی کشور

دکتر سیروس جوادپور

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

مهندس رحیم رفیعی

|    |                                                                  |
|----|------------------------------------------------------------------|
| ۱  | فصل ۱: مفاهیم پایه‌ای خوردگی جوش                                 |
| ۱  | ۱-۱ عوامل مؤثر بر خوردگی مقاطع جوش                               |
| ۲  | ۲-۱ ریزساختارهای جوش                                             |
| ۵  | ۳-۱ انواع خوردگی جوش                                             |
| ۱۸ | ۴-۱ عملیات جوشکاری جهت حداقل کردن خوردگی                         |
| ۱۹ | قدردانی                                                          |
| ۱۹ | منابع                                                            |
| ۲۲ | منابع منتخب                                                      |
| ۲۳ | فصل ۲: خوردگی مقاطع جوش فولادهای کربنی ساده و کم‌آلیاژ           |
| ۲۳ | ۱-۲ دسته‌بندی فولدها و مشخصه‌های جوشکاری آن‌ها                   |
| ۲۳ | ۲-۲ فولادهای کربنی                                               |
| ۲۵ | ۳-۲ فولادهای کم‌آلیاژ                                            |
| ۳۶ | ۴-۲ ملاحظات خوردگی برای مقاطع جوش فولادهای کربنی ساده و کم‌آلیاژ |
| ۳۶ | ۵-۲ خوردگی مقاطع جوش فولاد کربنی ساده                            |
| ۳۷ | ۶-۲ تأثیر ریز ساختار جوش                                         |
| ۳۸ | ۷-۲ تنش‌های پسماند                                               |
| ۳۸ | ۸-۲ فاکتورهای هندسی                                              |
| ۳۸ | ۹-۲ خوردگی ترجیحی HAZ                                            |
| ۴۰ | ۱۰-۲ خوردگی HAZ / خط جوش لوله جوشکاری شده                        |
| ۴۱ | ۱۱-۲ خوردگی ترجیحی فلز جوش                                       |
| ۴۲ | ۱۲-۲ اجتناب از خوردگی ترجیحی جوش                                 |
| ۴۵ | ۱۳-۲ خوردگی گالوانیکی                                            |
| ۴۸ | ۱۴-۲ ترک خوردن کمک شده محیطی (EAC)                               |
| ۴۹ | ۱۵-۲ ترک خوردن ناشی از سولفید هیدروژن مرطوب                      |
| ۵۰ | ۱۶-۲ ترک خوردگی تنشی                                             |
| ۶۶ | ۱۷-۲ ترک خوردن القاء شده محیطی                                   |
| ۷۱ | ۱۸-۲ تأثیر جوشکاری بر خوردگی مقاطع جوش                           |
| ۸۰ | قدردانی                                                          |
| ۸۰ | منابع                                                            |

|     |                                                |
|-----|------------------------------------------------|
| ۸۳  | فصل ۳: خوردگی مقاطع جوش فولادهای ضدزنگ آستنیتی |
| ۸۳  | ۱-۳ معرفی رده‌ها                               |
| ۸۳  | ۲-۳ رده‌های استاندارد                          |
| ۸۴  | ۳-۳ رده‌های غیر استاندارد                      |
| ۸۶  | ۴-۳ ویژگی‌ها                                   |
| ۹۸  | ۵-۳ ملاحظات عمومی جوشکاری                      |
| ۱۰۰ | ۶-۳ رفتار خوردگی                               |
| ۱۰۰ | ۷-۳ خوردگی بین دانه‌ای                         |
| ۱۰۸ | ۸-۳ حمله ترجیحی مرتبط با رسوبات فلز جوش        |
| ۱۱۱ | ۹-۳ خوردگی حفره‌ای و شیار                      |
| ۱۲۲ | ۱۰-۳ ترک خوردگی تنش                            |
| ۱۲۹ | ۱۱-۳ خوردگی میکروبی (MIC)                      |
| ۱۴۱ | ۱۲-۳ سایر عوامل مؤثر بر خوردگی مقاطع جوش       |
| ۱۵۴ | قدردانی                                        |
| ۱۵۴ | منابع                                          |

|     |                                              |
|-----|----------------------------------------------|
| ۱۵۵ | فصل ۴: خوردگی مقاطع جوش فولادهای ضدزنگ فریتی |
| ۱۵۵ | ۱-۴ دسته‌بندی رده‌ها                         |
| ۱۶۲ | ۲-۴ ویژگی‌ها                                 |
| ۱۶۴ | ۳-۴ ملاحظات عمومی جوشکاری                    |
| ۱۶۹ | ۴-۴ رفتار خوردگی                             |
| ۱۶۹ | ۵-۴ تردی هیدروژنی                            |
| ۱۶۹ | ۶-۴ خوردگی بین دانه‌ای                       |
| ۱۷۰ | ۷-۴ جلوگیری از خوردگی بین دانه‌ای            |
| ۱۹۷ | قدردانی                                      |
| ۱۹۷ | منابع                                        |

|     |                                                 |
|-----|-------------------------------------------------|
| ۲۰۱ | فصل ۵: خوردگی مقاطع جوش فولادهای ضدزنگ دوفازی   |
| ۲۰۱ | ۱-۵ توسعه فولاد ضدزنگ دوفازی و نام‌گذاری رده‌ها |
| ۲۰۵ | ۲-۵ ریزساختار و ویژگی‌ها                        |
| ۲۱۰ | ۳-۵ ملاحظات عمومی جوشکاری                       |
| ۲۱۳ | ۴-۵ رفتار خوردگی مقاطع جوش                      |

|     |                                             |
|-----|---------------------------------------------|
| ۲۲۰ | ..... ۵-۵ رفتار خوردگی مقاطع جوش آلیاژ ۲۲۰۵ |
| ۲۳۰ | ..... قدردانی                               |
| ۲۳۰ | ..... منابع                                 |
| ۲۳۰ | ..... منابع منتخب                           |

|     |                                                         |
|-----|---------------------------------------------------------|
| ۲۲۳ | <b>فصل ۶: خوردگی مقاطع جوش فولادهای ضدزنگ مارتنزیتی</b> |
| ۲۲۳ | ..... ۱-۶ نامگذاری رده‌ها                               |
| ۲۳۴ | ..... ۲-۶ رده‌های استاندارد                             |
| ۲۳۸ | ..... ۳-۶ رده‌های غیراستاندارد                          |
| ۲۳۸ | ..... ۴-۶ ویژگی‌ها                                      |
| ۲۳۹ | ..... ۵-۶ ملاحظات عمومی جوشکاری                         |
| ۲۴۰ | ..... ۶-۶ رفتار خوردگی                                  |
| ۲۵۱ | ..... منابع                                             |
| ۲۵۲ | ..... منابع منتخب                                       |

|     |                                                                              |
|-----|------------------------------------------------------------------------------|
| ۲۵۳ | <b>فصل ۷: خوردگی مقاطع جوش آلیاژهای پر نیکل</b>                              |
| ۲۵۴ | ..... ۱-۷ انواع آلیاژهای مقاوم به خوردگی (CRA)                               |
| ۲۶۵ | ..... ۲-۷ آلیاژهای نیکل - آهن - کروم                                         |
| ۲۶۵ | ..... ۳-۷ ملاحظات عمومی جوشکاری                                              |
| ۲۶۹ | ..... ۴-۷ متالورژی جوش CRAهای حاوی مولیبدن                                   |
| ۲۷۲ | ..... ۵-۷ متالورژی جوشکاری CRAهای نیکل - مس، نیکل - کروم و نیکل - کروم - آهن |
| ۲۷۴ | ..... ۶-۷ رفتار خوردگی                                                       |
| ۲۸۲ | ..... ۷-۷ پایداری فازی در آلیاژهای پایه نیکل و رفتار خوردگی                  |
| ۲۸۷ | ..... قدردانی                                                                |
| ۲۸۷ | ..... منابع                                                                  |

|     |                                                     |
|-----|-----------------------------------------------------|
| ۲۹۱ | <b>فصل ۸: خوردگی مقاطع جوش آلیاژهای غیر آهنی</b>    |
| ۲۹۱ | ..... ۱-۸ آلومینیوم و آلیاژهای آلومینیوم            |
| ۲۹۲ | ..... ۲-۸ ملاحظات عمومی جوشکاری                     |
| ۲۹۳ | ..... ۳-۸ رفتار خوردگی مقاطع جوش آلیاژهای آلومینیوم |
| ۳۳۴ | ..... ۴-۸ مس و آلیاژهای مس                          |
| ۳۳۵ | ..... ۵-۸ ملاحظات عمومی جوشکاری                     |
| ۳۳۵ | ..... ۶-۸ رفتار خوردگی مقاطع جوش مس                 |

|     |                                                                |
|-----|----------------------------------------------------------------|
| ۳۳۷ | ..... ۷-۸ تیتانیوم و آلیاژهای تیتانیوم                         |
| ۳۳۹ | ..... ۸-۸ ملاحظات عمومی جوشکاری                                |
| ۳۴۱ | ..... ۹-۸ رفتار خوردگی مقاطع جوش تیتانیوم و آلیاژهای تیتانیوم  |
| ۳۴۳ | ..... ۱۰-۸ زیرکونیم و آلیاژهای زیرکونیم                        |
| ۳۴۷ | ..... ۱۱-۸ ملاحظات عمومی جوشکاری                               |
| ۳۴۷ | ..... ۱۲-۸ رفتار خوردگی مقاطع جوش زیرکونیم و آلیاژهای زیرکونیم |
| ۳۵۱ | ..... ۱۳-۸ تانتالوم و آلیاژهای تانتالوم                        |
| ۳۵۱ | ..... ۱۴-۸ ملاحظات عمومی جوشکاری                               |
| ۳۵۲ | ..... ۱۵-۸ رفتار خوردگی مقاطع جوش تانتالوم و آلیاژهای تانتالوم |
| ۳۵۶ | ..... منابع                                                    |

## فصل ۹: خوردگی مقاطع جوش فلزات غیرمشابه

|     |                                        |
|-----|----------------------------------------|
| ۳۵۹ | ..... ۱-۹ عوامل مؤثر بر یکپارچگی اتصال |
| ۳۶۵ | ..... ۲-۹ رفتار خوردگی                 |
| ۳۶۹ | ..... منابع                            |
| ۳۶۹ | ..... منابع منتخب                      |

## فصل ۱۰: خوردگی جوش در صنایع و محیط‌های ویژه

|     |                                                                 |
|-----|-----------------------------------------------------------------|
| ۳۷۱ | ..... ۱-۱۰ خوردگی مقاطع جوش در پالایشگاه نفت و واحدهای پتروشیمی |
| ۳۷۲ | ..... ۲-۱۰ ملاحظات قابلیت تولید                                 |
| ۳۷۳ | ..... ۳-۱۰ ترک خوردن ناشی از $H_2S$ مرطوب                       |
| ۳۸۰ | ..... ۴-۱۰ انفصال ناشی از هیدروژن                               |
| ۳۸۰ | ..... ۵-۱۰ تردی ناشی از فلز مذاب                                |
| ۳۸۳ | ..... ۶-۱۰ پیشگیری از تردی ناشی از فلز روی                      |
| ۳۸۳ | ..... ۷-۱۰ ترک خوردگی تنش‌ی مقاطع جوش در سرویس BWR              |
| ۳۸۳ | ..... ۸-۱۰ سیستم‌های لوله کشی BWR                               |
| ۳۸۴ | ..... ۹-۱۰ ترک خوردگی تنش‌ی مقاطع جوش لوله                      |
| ۳۸۶ | ..... ۱۰-۱۰ مدل IGSCC                                           |
| ۳۸۸ | ..... ۱۱-۱۰ تنش‌های پسماند جوش                                  |
| ۳۹۳ | ..... ۱۲-۱۰ پیشگیری از IGSCC در راکتورهای آب تغذیه دیگ بخار     |
| ۳۹۳ | ..... ۱۳-۱۰ راه حل‌های انتخاب مواد                              |
| ۳۹۵ | ..... ۱۴-۱۰ راه حل‌های کاهش تنش کششی                            |
| ۴۰۰ | ..... ۱۵-۱۰ راه حل‌های محیطی                                    |

|     |                                                       |
|-----|-------------------------------------------------------|
| ۴۰۰ | ..... ۱۶-۱۰ خوردگی در صنایع خمیر و کاغذ               |
| ۴۰۱ | ..... ۱۷-۱۰ تولید خمیر                                |
| ۴۱۱ | ..... ۱۸-۱۰ خوردگی مقاطع جوش در واحدهای سفیدسازی خمیر |
| ۴۲۱ | ..... قدردانی                                         |
| ۴۲۱ | ..... منابع                                           |
| ۴۲۵ | <b>فصل ۱۱: پایش و آزمودن خوردگی جوش</b>               |
| ۴۲۵ | ..... ۱-۱۱ پایش خوردگی                                |
| ۴۲۶ | ..... ۲-۱۱ آزمون مستقیم کوبین‌ها                      |
| ۴۳۱ | ..... ۳-۱۱ روش‌های الکتروشیمیایی                      |
| ۴۳۳ | ..... ۴-۱۱ روش‌های آزمون غیر مخرب                     |
| ۴۳۶ | ..... ۵-۱۱ آزمون خوردگی                               |
| ۴۳۶ | ..... ۶-۱۱ آزمون‌های خوردگی بین دانه‌ای               |
| ۴۴۷ | ..... ۷-۱۱ آزمون‌های حفره‌دار شدن و خوردگی شیاری      |
| ۴۴۸ | ..... ۸-۱۱ آزمون‌های SCC                              |
| ۴۵۰ | ..... ۹-۱۱ آزمون‌های MIC                              |
| ۴۵۲ | ..... قدردانی‌ها                                      |
| ۴۵۲ | ..... منابع                                           |
| ۴۵۵ | ..... واژه‌نامه                                       |
| ۴۸۳ | ..... نمایه                                           |