تحلیل داده های نویز الکتروشیمیایی و تعیین مرحله خوردگی حفره ای با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی

محمد نظرنژاد بجستانی

در این تحقیق مراحل خوردگی حفره‌ای فولاد زنگ‌نزن ۳۲۱ و آلیاژ ۲۸ در محیط حاوی کلرید آهن (III) با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی مورد بررسی قرار گرفت. ورودی‌های شبکه عصبی مصنوعی، پارامترهای حاصل از تحلیل داده‌های نویز الکتروشیمیایی است و خروجی آن مراحل خوردگی حفره‌ای است. با توجه به اینکه تشخیص مراحل خوردگی حفره‌ای از روی پارامترهای تحلیل داده‌های نویز الکتروشیمیایی یکی از چالش‌های موجود در زمینه استفاده از نویز الکتروشیمیایی است و رابطه مستقیمی بین این پارامترها و مرحله خوردگی حفره‌ای وجود ندارد، در این تحقیق از شبکه‌های عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی مرحله خوردگی حفره‌ای استفاده شد. به منظور تحلیل داده‌های نویز الکترشیمیایی از روش‌های مختلف تحلیل داده‌ها در حوزه‌های زمان، فرکانس و زمان-فرکانس استفاده شد. از جمله روش‌های مورد استفاده می‌توان به روش‌های تحلیل آماری، آنالیز موجک و تبدیل هیلبرت-هانگ اشاره کرد. به منظور کمی سازی نتایج تحلیل داده‌ها در حوزه زمان-فرکانس، بررسی‌های گسترده‌ای صورت گرفت که نشان می‌داد تعداد حفرات تشکیل شده روی سطح الکترودها رابطه مستقیمی با تعداد پیک‌های با شدت بالا و با فرکانس بالا در طیف‌های به دست آمده از تحلیل داده‌های نویز الکتروشیمیایی در حوزه زمان-فرکانس دارد. همچنین سرعت رشد حفره‌ها با بیشترین شدت پیک‌ها رابطه مستقیم دارد. به منظور آموزش شبکه عصبی مصنوعی، لازم است مرحله رشد حفره با یک روش قابل اطمینان مشخص شود. برای این کار از آزمون‌های طیف‌سنجی امپدانس الکتروشیمیایی در حالت گالوانواستاتیک چند سینوسی استفاده شد. با توجه به تغییرات پارامترهای مدار معادل شبیه‌سازی شده با داده‌های طیف‌سنجی امپدانس الکتروشیمیایی، مرحله پیشروی حفره تعیین شد. چهار راهکار مختلف برای توسعه شبکه عصبی مصنوعی استفاده شده است که تفاوت آنها در تعداد و نوع پارامترهای ورودی است. کارآیی شبکه‌های عصبی مصنوعی توسعه یافته با استفاده از انتروپی متقاطع شبکه اندازه‌گیری شد که نشان می‌داد بهترین کارآیی مربوط به شبکه‌ای است که از تمامی پارامترهای حاصل در همه حوزه‌های تحلیل داده‌های نویز الکتروشیمیایی به عنوان ورودی استفاده می‌کند. این شبکه عصبی مصنوعی در ۹۹/۹۱ درصد موارد مرحله خوردگی حفره‌ای را به صورت صحیح پیش‌بینی کرد. نتایج این تحقیق نشان داد، شبکه‌های عصبی مصنوعی توانایی ویژه‌ای در پیش‌بینی مرحله خوردگی حفره‌ای از روی پارامترهای تحلیل داده‌های نویز الکتروشیمایی دارند.