



## عیب یابی سازه ها با استفاده از الگوریتم های هوش مصنوعی

### Least Square Support Vector Machine و Extreme Learning Machine

مرجان سهرابی<sup>۱</sup>، پیمان ترک‌زاده<sup>۲</sup>، رامین قیاسی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، بخش مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران

۲- استادیار بخش مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران

۳- کارشناس ارشد سازه، بخش مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران

torkzadeh@uk.ac.ir

#### خلاصه

امروزه استفاده از الگوریتم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در زمینه عیب‌یابی سازه‌ها مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است. در این تحقیق، جهت تشخیص عیوب چندگانه در سیستم‌های سازه‌ای، از دو الگوریتم هوش مصنوعی جدید استفاده شده است. بدین منظور، روش Extreme Learning Machine (ELM) برای طراحی سیستم عیب یابی هوشمند سازه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. وظیفه سیستم عیب یابی، شناسایی محل و میزان آسیب در سازه‌ها می‌باشد. آسیب در سازه‌ها توسط کاهش سختی مدل شده و همچنین از تغییرات فرکانس‌های سازه به عنوان ورودی سیستم عیب یابی استفاده می‌گردد. برای مقایسه کارایی سیستم مبتنی بر ELM، نتایج حاصله از آن با سیستم مشابه مبتنی بر ماشین بردار پشتیبان حداقل مربعات (LS-SVM) مقایسه شده است. به منظور ارزیابی عملکرد روش پیشنهادی، مثال‌های عددی حل شده و نتایج بیانگر دقت بیشتر ELM نسبت به LS-SVM جهت عیب یابی سازه‌ها می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** عیب‌یابی سازه‌ها، محل و شدت آسیب، الگوریتم Least Square Support Vector Machine، الگوریتم Extreme Learning Machine

#### ۱. مقدمه

تمامی سازه‌ها در طول عمر مفید خود در معرض خرابی‌های بسیاری قرار می‌گیرند. در واقع با تشخیص به موقع خرابی این سازه‌ها و ترمیم آن‌ها در زمان مناسب می‌توان عمر مفید آن‌ها را افزایش داد، در غیر این صورت بی‌توجهی به سازه باعث تخریب کلی آن‌ها و حتی تلفات جانی و مالی بسیار می‌شود. در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی بمنظور تعیین موقعیت و شدت خرابی در سازه‌ها صورت گرفته است.

در پژوهش پیش‌رو الگوریتم‌های هوشمند<sup>۳</sup> LS-SVM، ELM،<sup>۴</sup> RBFNN و<sup>۵</sup> BPNN با یکدیگر مقایسه شده اند. ماشین بردار پشتیبان (SVM) یکی از روش‌های یادگیری ماشینی بر مبنای تئوری‌های آماری است که در سال ۱۹۹۵ توسط واپنیک معرفی گردید [۱]. این الگوریتم در مقایسه با شبکه عصبی به تعداد داده‌های آموزشی کمتری برای یادگیری فرآیند نیازمند است، به علاوه توانایی بهتری در پیدا کردن جواب بهینه کلی سیستم دارد [۲]. فاروق و همکاران با استفاده از اطلاعات حاصل از کرنش سنج‌های نصب شده بر روی یک ورق کامپوزیتی، به مقایسه ماشین بردار پشتیبان و شبکه

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، بخش مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

<sup>۲</sup> استادیار بخش مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

<sup>۳</sup> کارشناس ارشد سازه، بخش مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

<sup>۳</sup> Least Square Support Vector Machine

<sup>۴</sup> Radial Basis Neural Network

<sup>۵</sup> Back Propagation Neural Network