آرم دانشگاه

عنوان پروژه:

پایش سلامت و شناسایی آسیب در تیر دو سر گیردار توسط روش تبدیل موجک

استاد:

دانشجو:

صورت مسئله:

در این پروژه با استفاده از یک روش غیرمخرب، کارآمد و دقیق مبتنی بر تبدیل موجک به شناسایی آسیب در تیر دو سر گیردار پرداخته می‌شود. روش پیشنهادی بر پایه آنالیز سیگنال پاسخ سازه‌های آسیب دیده است. ایده اصلی آن است که با اعمال تبدیل موجک بر روی سیگنال پاسخ سازه، از روی ضرایب موجک بدست آمده، محل آسیب در سازه مشخص گردد. بدین منظور آنالیز تیر توسط نرم افزار آباکوس (Abaqus) 6.14 صورت گفته، پاسخ (تغییر مکان) سازه (راستای اعمال بار) در امتداد محور ولی آن استخراج گشته و سپس بر روی این پاسخ آنالیز موجک از طریق جعبه ابزار موج نرم افزار متلب (Matlab) اعمال گشته و شناسایی آسیب در سازه مورد بررسی قرار می‌گیرد. SHM (Structural Health Monitoring) عبارت است از گردآوری، ارزشیابی و آنالیز اطلاعات تکنیکی به منظور تسهیل در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی در طول عمر سازه.

یک رویکرد پایش سلامت سازه متشکل از چهار گام اصلی است که می‌بایست به ترتیب دنبال شوند. این چهار مرحله شامل موارد زیر است:

۱- شناسایی آسیب‌ها در سازه (در صورت وجود)

۲- تعیین مکان آسیب‌ها در سازه

۳- تعیین کردن سطح (شدت) آسیب

۴- ارزیابی عملکرد سازه‌ای و عمر مفید آن

در این پروژه، تمرکز بر روی شناسایی وجود آسیب و تعیین موقعیت آن با استفاده از داده‌های آنالیز استاتیکی است. بیشتر روش‌های SHM بر ارتعاشات، آنالیز مودال و مطالعه تغییرات فرکانس‌های ویژه و شکل مودها توجه داشته‌اند. آسیب‌ها و عیوبی از قبیل ترک، شکاف، کاهش جرم حجمی و کاهش ضریب الاستیسیته موجب کاهش سفتی می‌شوند. این مطلب همراه با افزایش زمان تناوب طبیعی سازه (کاهش فرکانس) خواهد بود. به نظر می‌رسد به دلیل توزیع غیریکنواخت تنش در سازه مرتعش و تفاوت آن در هر مود، وجود ترک بر مودهای ارتعاشی تأثیری غیریکنواخت خواهد داشت. در میان خرابی‌ها، ترک‌ها از مهم‌ترین دلایل شکست‌های سازه‌ای هستند که شناسایی و نمایان کردن آن‌ها در زمره متدهای SHM قرار می‌گیرد.

تبدیل موجک به عنوان روش جدید پایش سلامت سازه‌ای

بکارگیری روش‌های تشخیص خرابی با مشکلاتی مانند دسترسی نداشتن به پاسخ ارتعاشی سازه قبل از وقوع خرابی، مشکل بودن اطلاع از خواص مکانیکی دقیق مواد بکار رفته و پیچیدگی آنالیز دینامیکی کامل سازه روبروست. روش تبدیل موجک (Wavelet Transform) یکی از روش‌هایی است که برای پایش سلامت سازه‌ها در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. دو رویکرد مختلف در روش تبدیل موجک مورد توجه می‌باشد:

۱- پاسخ ارتعاشی سازه به یک تحریک ارتعاشی منظم یا تصادفی در یک نقطه خاص از آن برداشت می‌شود که در واقع یک سیگنال زمان- قلمرو (time-domain) می‌باشد. پس از تحلیل با تبدیل موجک می‌توان زمان وقوع هرگونه ناپیوستگی یا ناهماهنگی (مانند کاهش سفتی ناگهانی) را از روی گراف ضرایب موجک (Wavelet Coefficients) به صورت یک یا چند نقطه نزدیک به هم دارای اغتشاش یا مقادیر ناهماهنگ با نقاط دیگر، تشخیص داد.

۲- پاسخ ارتعاشی یا استاتیکی یک سازه در نقاط مختلف آن در یک زمان معین برداشت می‌شود که در حقیقت یک سیگنال مکان- قلمرو (space-domain) می‌باشد. محل هرگونه عیب و خرابی بر روی گراف ضرایب موجک به صورت نقاط دارای اغتشاش نمایان می‌گردد.

تبدیل موجک یک روش مفید و جدید برای تحلیل سیگنال‌هاست. توابع موجک، ترکیبی از یک سری توابع اساسی هستند که قادر به تفکیک یک سیگنال در زمان (یا مکان) و فرکانس (یا مقیاس) می‌باشند. بنابراین، تبدیل‌های موجک قادرند بسیاری از جنبه‌های ناشناخته اطلاعات را که دیگر روش‌های تحلیل سیگنال (از جمله تبدیل فوریه) نمی‌توانستند آشکار کنند، موجب تشخیص و آشکارسازی قرار دهند.

هدف از پژوهش حاضر بکارگیری روش تبدیل موجک به منظور شناسایی آسیب در المان‌های سازه‌ای است. با توجه به اینکه روش تحلیل بر پایه تبدیل موجک قابلیت شناسایی تغییرات ناگهانی، نقاط شکست و یا ناپیوستگی در سیگنال‌ها را دارد، اگر منحنی شکل مودی یا خیز استاتیکی یک سازه را به عنوان یک سیگنال فرض کنیم، می‌توان تبدیل موجک را بر روی این سیگنال اعمال کرد. بدین ترتیب وجود تغییرات ناگهانی و یا یک پیک در ضرایب ویولت می‌تواند نشانگر محل ترک و یا تغییرات در مشخصات مکانیکی سازه باشد.

بدین منظور مطالعه بر روی المان‌های سازه‌ای دارای آسیب صورت می‌پذیرد. ابتدا با بکارگیری نرم افزار اجزاء محدود آباکوس، سازه آسیب دیده مدل‌سازی شده و پس از اعمال بارگذاری و تحلیل آن، تغییرشکل استاتیکی المان سازه‌ای آسیب دیده استخراج می‌گردد که منجر به ترسیم منحنی‌های مربوطه می‌شود. سپس منحنی بدست آمده به صورت یک سیگنال فرض می‌گردد و تابع موجک مادر مناسبی انتخاب شده و تبدیل موجک توسط نرم افزار برنامه‌نویسی Matlab بر روی آن اعمال می‌شود. با توجه به تعریف ریاضی موجک، وجود تغییرات ناگهانی و یا یک پیک در ضرایب ویولت می‌تواند نشانگر محل ترک و یا تغییرات در مشخصات مکانیکی سازه باشد.

سابقه استفاده از موجک‌ها تقریباً به دو دهه اخیر باز می‌گردد. اما در همین مدت کوتاه، این توابع کارایی خود را در علوم مختلف از قبیل پردازش سیگنال، فشرده‌سازی داده‌ها و تصاویر، آنالیز عددی و ... به اثبات رسانده‌اند.

تبدیل موجک در واقع نوع پیشرفته تبدیل فوریه می‌باشد که یک روش تحلیلی تقریبی است. این روش از توانایی‌های بالایی برای تحلیل مسائلی از قبیل معادلات لاپلاس دو بعدی همگن و غیرهمگن برخوردار است و به طور کلی معادلات با مشتقات جزئی که بعضاً با روش‌های دقیق نمی‌توان آن‌ها را تحلیل نمود، با این روش امکان پذیر می‌باشد.

روش تبدیل موجک قادر به آشکار ساختن جنبه‌هایی از اطلاعات است که دیگر روش‌های آنالیز فوریه از انجام آن