پیش بینی خرابی در سازه ها با استفاده از انرژی کرنشی مودال

مسلم امیری
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
amiri@sina.kntu.ac.ir

بیژن نامدار زنگنه
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
zangeneh@kntu.ac.ir

چکیده

پیش‌بینی خرابی در سازه‌ها، تعیین محل و شدت خرابی، براساس محاسبه انرژی کرنشی مودال در این مقاله آورده شده است. معمولا خرابی باعث کاهش سختی در بعضی از عضوهای سازه می‌شود بنابراین پارامترهای مودال، شکل مودهای ارتعاشی و فرکانسهای طبیعی ارتعاش، در سازه آسیب‌دیده متفاوت با سازه اولیه می‌باشد. در این مقاله برای تعیین محل خرابی نسبت تغییرات انرژی کرنشی مودال برای تمام اعضای سازه محاسبه شده و اعضای دارای نسبت تغییرات انرژی کرنشی بزرگتر، به عنوان اعضای در معرض خرابی در نظر گرفته شده‌اند. سپس با محاسبه انرژی کرنشی مودال ترکیبی برای اعضای در معرض خرابی، شدت خرابی در این اعضا بصورت ضریب کاهش سختی تخمین زده شده است. مثالهای عددی شامل قابهای فولادی دو بعدی یک دهنه و دو طبقه با مقیاس ۱:۶ از یک سکوی ثابت دریایی موجود می‌باشد که توضیح داده شده است. با توجه به نتایج دیده می‌شود که این روش را می‌توان برای پیش بینی خرابی در این سازه‌ها بکار برد.

واژه‌های کلیدی: پیش‌بینی خرابی، آنالیز مودال، انرژی کرنشی.

مقدمه

تمامی سازه‌های باربر مانند ساختمانها، پلها، هواپیماها، فضاپیماها و سکوهای دریایی در طول زمان بهره‌برداری تحت تاثیر خرابیهای تجمعی ناشی از عوامل مختلف قرار دارند (Asgarian and Amiri, 2008). در گذشته روشهایی مانند استفاده از اشعه X، اسکن الکترونی، روشهای التراسونیک، شبیه‌سازی تشدید مغناطیسی، ضربه‌زدن، نفوذ رنگ و روش بازرسی چشمی برای بررسی خرابی و کنترل سیستم‌ها بسط داده شده بودند، این روشها پرهزینه و وقت‌گیر بوده و برای پیش‌بینی موقعیت خرابی نیاز به در معرض دید بودن اعضای سازه دارند (Lam, 1994, Kosmatka and Ricles, 1999). روشهای تعیین خرابی معمولا در چهار سطح طبقه‌بندی می‌شوند: سطح ۱: تعیین وجود خرابی در سازه، سطح ۲: تعیین موقعیت هندسی خرابی، سطح ۳: مشخص‌کردن شدت خرابی و سطح ۴: پیش‌بینی باقیمانده عمر سازه (Doebling *et al.*, 1998).

خرابی باعث تغییر در مشخصات فیزیکی سازه مانند شکل مودهای ارتعاشی و فرکانس‌های طبیعی ارتعاش می‌شود. این پارامترهای مودال مشخص‌کننده وضعیت سازه هستند، بنابراین در سالهای اخیر بر اساس تغییر در فرکانس‌های طبیعی ارتعاش، شکل مودهای ارتعاشی یا ترکیبی از آنها روشهای مختلفی برای پیش‌بینی خرابی در سازه‌ها پیشنهاد شده است. شی روشهایی را بر اساس استفاده از تفاوت خارج‌قسمت انرژی عضو و تغییرات انرژی کرنشی مودال برای پیش‌بینی محل خرابی و بر اساس آنالیز حساسیت برای تعیین شدت خرابی پیشنهاد نمود (Shi *et al.*, 1998, 2000)، همچنین الگوریتمی را برای بهبود بخشیدن به تعیین شدت خرابی بر اساس تغییرات انرژی کرنشی مودال ارائه نمود (Shi *et al.*, 2002). مانگال از بررسی آزمایشگاهی مدل یک سکوی ثابت دریایی برای تعیین سازگاری پاسخهای ارتعاشی ناشی از ضربه استفاده کرده و آنرا برای کنترل سازه‌ها بکار برد (Mangal *et al.*, 1999). هو برای تخمین شدت خرابی روش جدیدی به نام روش انرژی کرنشی مودال ترکیبی را ارئه کرد که یک روش دقیق و غیرتکراری برای تعیین شدت خرابی می باشد (Hu *et al.*, 2006). ادوادیا روشی را بر اساس استفاده از اطلاعات مربوط به تعدادی از پارامترهای مودال اندازه‌گیری شده برای تعیین ماتریس سختی سیستم‌های سازه‌ای و مکانیکی پیشنهاد کرد (Udwadia, 2005).

بعضی از محققان روشهایی را برای تعیین محل و اندازه خرابی در سکوهای ثابت دریایی و همچنین پیش‌بینی آسیب‌های غیرمخرب در سازه-های بزرگ و پیچیده بر اساس اطلاعات ارتعاشی بیان کردند (Stubbs *et al.*, 1995, 2002)، یا روشهایی را برای تعیین خرابیهای موضعی در ساختمانهای چند طبقه بر اساس تغییر در سختی طبقه پیشنهاد کردند (Koh *et al.*, 1995)، و یا روشهایی را بر اساس استفاده از اندیس خرابی برای تعیین محل و شدت خرابی در سیستم های سازه ای و مکانیکی ارائه نمودند (Barroso *et al.*, 2004) و شکلهای جدیدی از اندیس خرابی را بر اساس تغییر در شرایط قابل قبول سازه بیان کردند (Stubbs *et al.*, 2005). در تحقیقات زیادی، محققان روشهایی را برای پیش-بینی خرابی در تیرها و سازه های خرپایی بیان کردند (Liu, 1995, Vestroni *et al.*, 2000) یا از روشهایی مانند استفاده از نیروهای پسماند و آنالیز حساسیت وزنی (Kosmatka and Ricles, 1999)، روش تخمین پارامتر (Pothisiri and Hjelmstad, 2003)، ماتریس انتقال هندسی (Escobar *et al.*, 2000) و توابع پاسخ فرکانس (Huynh *et al.*, 2005) برای پیش‌بینی خرابی استفاده کردند.

تئوری