روش جدید نوفه‌زدایی در سازه‌های الاستیک با استفاده از تبدیل هیلبرت – هوآنگ

امیرحسین نایبی[۱]، امید بهار[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

۲- استادیار، پژوهشکده مهندسی سازه، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

a.nayebi@iiees.ac.ir
omidbahar@iiees.ac.ir

خلاصه

در دهه‌های اخیر، آزمایش‌های ارتعاش محیطی بدلیل سهولت انجام و کم‌هزینه بودن نسبت به آزمایش‌های ارتعاش اجباری مورد توجه و استقبال بسیاری از مهندسین فعال در زمینه ارزیابی‌های آسیب‌پذیری و مقاوم‌سازی سازه‌ها قرارگرفته است. یکی از این روش‌ها، تبدیل هیلبرت-هوانگ است که شامل دو مرحله است؛ در گام اول سیگنال پاسخ سازه توسط روش تجزیه تجربی مودی به توابع مودی ذاتی تجزیه می‌شود، در گام دوم خصوصیات دینامیکی سیستم از طریق اعمال تبدیل هیلبرت بر روی این توابع محاسبه می‌گردد. اما بدلیل محدودیت‌هایی که گام اول این روش با آن مواجه است، خطاها و نوفه‌های عددی در پاسخ نهایی بروز می‌کند. برای رفع این مشکل، در این مقاله روش جدیدی پیشنهاد شده که با حذف قسمت‌های نامناسب این توابع شناسایی شده، مشخصه‌های زمان-فرکانس-دامنه وضوح بیشتری یافته و پاسخ نوفه‌زدایی می‌شود. صحت و دقت روش پیشنهادی با استفاده از پاسخ‌های سیستم‌های یک درجه آزاد خطی با پریودهای مختلف ارزیابی شده‌است.

کلمات کلیدی: تبدیل هیلبرت-هوانگ، تجزیه تجربی مودی، تابع مودی ذاتی، کاهش نوفه عددی

۱. مقدمه

شناسایی سیستم های سازه ای یکی از موضوعات مورد علاقه در محدوده مهندسی سازه است. روش های شناسایی سازه ای به طور مشخص از مباحث نظری در دو زمینه پردازش سیگنال و دینامیک سازه ها بهره می گیرند که در آن پردازش سیگنال نقش مهمی را ایفا می کند. روش های رایج در پردازش سیگنال دارای فرضیاتی مانند خطی و نامانا بودن و یا غیرخطی و مانا بودن هستند. بنابراین برای پردازش سیگنال های حاصل از فرایندهای نامانا و غیرخطی احتیاج به روشی است که در آن بدون اعمال هیچگونه فرض اضافه‌تر (مانند قید مانا یا خطی بودن)، سیگنال ها را با توجه به طبیعت خود(نامانا یا غیرخطی بودن) مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد [۱].

برای اولین بار در سال ۱۹۸۸، روش عمومی برای پردازش سیگنال‌ها توسط نوردن هوانگ[۱] موسوم به تبدیل هیلبرت هوانگ[۲] در زمینه ریاضیات کاربردی پیشنهاد گردید. به دنبال آن، به منظور کاربرد در حیطه‌های مختلف پردازش و تحلیل خصوصیات نامانا و غیرخطی در سیگنال ها، این روش به عنوان روشی توانمند توسعه داده شد [۱، ۲]. بطوری که امروزه براساس آن روش های شناسایی سازه ای و تشخیص آسیب نیز پیشنهاد شده است. به کمک این ابزار قدرتمند ماهیت بسیاری از فرایندها، از جمله عوامل فیزیکی مرتبط، بهتر درک میشوند و همچنین در مقایسه با روشهای رایج توزیع دقیقتری از انرژی (دامنه آنی) یک فرایند فیزیکی نسبت به زمان و فرکانس بدست می آید [۱].

---

[1] Norden E. Huang
[2] Hilbert-Huang Transform, HHT
[3] Empirical Mode Decomposition, EMD