# مکان‌یابی خسارت در سازه‌های بتن آرمه بر مبنای بررسی تغییرات پارامترهای دینامیکی سازه با کمک روش جذر مجموع مربعات

**میثم محمد حسینیان[۱]، علیرضا حبشی[۲]**

**۱- کارشناس ارشد عمران، شرکت الماس‌کاران توس**

**۲- کارشناس ارشد عمران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد- شرکت آبفارخراسان رضوی**

a.habashi@mshdiau.ac.ir

**خلاصه**

سازه‌های بتن آرمه همواره در معرض وقوع خسارت قرار دارند که این مهم باعث ایجاد روشهای مختلف کشف خسارت از جمله روشهای مبنی بر تغییرات دینامیکی در زمان شده است. در این پژوهش آزمایشگاهی، چهار تیر بتن مسلح با مقاومت مشخصه ۲۱ مگاپاسکال با ابعاد، تسلیح خمشی و برشی یکسان ساخته شده است. به یکی از آنها هیچ گونه خسارتی در کل زمان ساخت و پس از آن وارد نشده است. در سه نمونه دیگر پس از ایجاد خسارات داخلی (نامرئی) و خارجی، آزمایش دینامیکی مودال همراه با بارگذاری استاتیکی انجام شده و شکل مودهای اول و دوم تیرها به دست آمده است. در انتها بر اساس نتایج آزمایشگاهی با ترکیب شکل مودهای اول و دوم به روش جذر مجموع مربعات، کشف خسارت در تیرهای بتن آرمه صورت گرفته است. نتایج به دست آمده حاکی از آن می‌باشد که روش مذکور، روش قدرتمندی در کشف محدوده خسارت می‌باشد.

**کلمات کلیدی: کشف خسارت، آنالیز مودال، ترکیب شکل مودها، تغییرات دینامیکی، سازه بتن آرمه**

## ۱. مقدمه

آنالیز مودال بین مهندسان سازه، که همواره تحلیل سازه را به عنوان مساله‌ای اصلی مطالعه می‌کنند، مقبولیت روزافزونی یافته است. کاربردهای زیادی در ارتباط با پیش‌بینی پاسخ یک ساختمان در اثر ارتعاشات محیطی و یا بارهای خارجی وجود دارند. این پیش‌بینی بر اساس یک مدل ریاضی دقیق که می‌تواند به کمک آنالیز مودال استخراج شود، انجام می‌شود. آنالیز مودال به عنوان یک تست غیرمخرب و کارا جهت تعیین سریع موقعیت نقایص و ترکهای حساس در سازه نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد [۱].

## ۲. شرح مراحل عمومی آزمایش

یک اندازه‌گیری معمول در محیط آزمایشگاه دارای سه بخش اصلی می‌باشد، به عنوان مثال، در حالتی ساده با یک ورودی و یک خروجی، بخش اول وظیفه ایجاد نیروی تحریک و اعمال آن به سازه را به عهده دارد، بخش دوم پاسخ سازه را اندازه‌گیری و برداشت می‌نماید و در بخش سوم با استفاده از قابلیتهای پردازش سیگنالها، داده‌های FRF از داده‌های نیرو و پاسخ اندازه‌گیری شده، به دست می‌آیند [۲].

در این تحقیق آزمایشگاهی چهار عدد تیر بتن مسلح ساخته شد. این تیرها دارای مقطع مستطیلی به عرض ۱۵ سانتیمتر و ارتفاع ۲۰ سانتیمتر و طول ۲۲۰ سانتیمتر می‌باشند. برای تسلیح خمشی این تیرها از سبدهای آرماتوری که دارای دو آرماتور Φ۱۲ در پایین و دو آرماتور Φ۸ در بالا می‌باشند، استفاده شده است. برای تسلیح برشی تیرها نیز از تنگ‌های فولادی از آرماتور Φ۶ به فواصل ۷/۵ سانتیمتر استفاده شده است. شایان ذکر است که تسلیح

---

۱ معاون فنی و اجرایی

۲ مدرس دانشگاه- مدیر پروژه‌های آب و فاضلاب