

بررسی رابطه میان تغییرات مشخصات استاتیکی و ارتعاشی تیرهای بتن مسلح به کمک آزمایش مودال تجربی

امیر صمد قدس^۱، محمدرضا اصفهانی^۲

۱- دانشجوی دکتری سازه دانشگاه فردوسی مشهد و عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

۲- استاد دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

asamadgh@yahoo.com

خلاصه

یک روش سودمند و دقیق برای ارزیابی غیر مخرب سازه‌ها آزمایش ارتعاشی است. این روش بر این اساس است که تغییرات در خواص مکانیکی یک سازه (جرم، میرایی و سختی) منجر به تغییرات در پارامترهای مودال (فرکانسهای تشدید، شکل مودها و میرایی) می شود. بنابراین هشت عدد تیر بتن مسلح در دو رده مقاومتی، ابعاد ثابت و درصد آرماتورهای متفاوت ساخته شد. آزمایشهای استاتیکی به صورت خمش چهار نقطه ای با هدف ایجاد خسارت تدریجی به تیرها و آزمایشهای دینامیکی برای دریافت مشخصات ذاتی دینامیکی سازه به موازات یکدیگر در هر گام صورت گرفتند. به منظور بررسی اثر تقویت بر روی خواص دینامیکی و استاتیکی، نمونه ها در هنگام رسیدن بار به نصف ظرفیت نهایی تقویت صورت گرفت. سیستم تقویت خمشی نمونه ها مواد پلیمری الیافی (FRP) انتخاب شد. با هدف مقایسه نتایج استاتیکی و دینامیکی، تغییرات در سختی و فرکانسها به عنوان پارامترهای رابط انتخاب شدند. نتیجه حاصل برابری کردن مجذور تغییرات سختی استاتیکی تیر با تغییرات فرکانسهای مودها در گامهای مختلف بارگذاری بود. بنابراین به کمک تغییرات فرکانس ها به عنوان یک معیار خسارت می توان اطلاع از کاهش کارایی سازه و افزایش آن به علت تقویت را داشت.

کلمات کلیدی: آزمایش مودال، فرکانس، سختی استاتیکی، تقویت خمشی، مواد کامپوزیتی FRP

۱. مقدمه

با گذشت زمان بارها و عامل های گوناگون بتدریج می توانند موجب بروز خرابی در سازه ها شوند. از این رو بازرسی های منظم و ارزیابی سلامتی سازه ها ضروری می باشد زیرا هرچه تشخیص خرابی ها سریع تر انجام شود، ایمنی و دوام آنها بیشتر تأمین و تضمین می گردد. زمانیکه خرابی سازه کوچک بوده و در درون سیستم سازه ای قرار دارد، تشخیص و مکان یابی آن با چشم میسر نیست. یک روش سودمند و دقیق برای ارزیابی غیر مخرب سازه ها آزمایش ارتعاشی مودال است. این روش بر اساس آن است که روی دادن خرابی در یک سیستم سازه ای منجر به تغییر در ویژگی های دینامیکی آن سازه خواهد شد. تحلیل مودال، روند شناسایی ویژگی های دینامیکی سازه ها با به کار بردن مودهای ارتعاشی آن ها می باشد. ویژگیهای دینامیکی مورد نظر شامل فرکانس های ویژه، میرایی و شکل مودها هستند که با کمک آزمایش مودال به دست می آیند. پاسخ سازه به نیروی دلخواه از طریق یک انتگرال (رابطه ۱) که قابل استفاده برای هر سیستم دینامیکی خطی است، به دست می آید که در آن $h(t-\tau)$ تابع پاسخ ضربه واحد است که ویژگی های فرکانس، میرایی و جرم سازه را در بر می گیرد [1 و 2].

$$U(t) = \int_0^t p(\tau) h(t-\tau) d\tau \quad (1)$$

هنگامی که بار $p(\tau)$ نا مشخص باشد، حل این تابع اولیه بسیار دشوار می شود. با بهره جستن از تبدیل فوری، $p(\tau)$

و $h(t-\tau)$ از حوزه زمان به حوزه فرکانسی منتقل می شوند. بنابراین پاسخ سازه در حوزه فرکانسی از ضرب ساده زیر به دست خواهد آمد [2 و 1].