

تحلیل دینامیکی پل های مورب با سخت کننده های طولی تحت بارهای متحرک به روش نوار محدود به منظور تعیین ضرایب تقویت دینامیکی

سعید بهرامی^۱، محمد مهدی سعادت پور^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲- استاد دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان

saeedbahrani1983@yahoo.com

خلاصه

در این مقاله پاسخ دینامیکی عرشه پل های مورب با سختی های طولی تحت بار متحرک به روش نوار محدود بر پایه فرضیات کیرشهف^۱ بررسی شده است. بار، جرم فتری با یک درجه آزادی مدل شده و معادلات دیفرانسیل حرکت برای کل سازه با در نظر گرفتن تعامل بین عرشه و بار به روش نیومارک حل شده است. با ارایه یک مثال اثرات سرعت، زاویه تورب، طول دهانه و مشخصات بار بر پاسخ دینامیکی بررسی شده و ضرایب تقویت دینامیکی استخراج شده است. نتایج نشان می دهد ضریب تقویت دینامیکی ارایه شده در آیین نامه اشتو برای انواع پل ها، برای پل های مورب اندکی محافظه کارانه است.

کلمات کلیدی: پل مورب، روش نوار محدود، ضریب تقویت دینامیکی، روش نیومارک.

۱. مقدمه

پاسخ دینامیکی پل ها در اثر عبور وسایل نقلیه عبوری مسأله ای قابل توجه در طراحی پل هاست. تعامل میان پل و بار متحرک، تحلیل دینامیکی پل ها را پیچیده می کند و در این مورد مطالعات تحلیلی و آزمایشگاهی بسیاری انجام شده است. در مطالعات تحلیلی عرشه به صورت یک تیر یا ورق و سخت کننده به صورت تیر با یا بدون خروج از مرکزیت مدل شده است. در ساده ترین مدل، فقط وزن بار در نظر گرفته شده و از تعامل عرشه و بار صرف نظر شده است [۱]. در مدل های پیشرفته تر جرم و فنریت بار نیز لحاظ شده و برای حل این مسائل از روش های عددی از جمله اجزا محدود استفاده شده است. در بزرگراه ها برای جلوگیری از کاهش ناگهانی سرعت و حفظ ایمنی وسایل نقلیه عبوری در محل کوله ها، برای حفظ مسیر مستقیم، هندسه پل بر هندسه مسیر منطبق می شود که در این مورد راستای عرشه بر راستای کوله ها عمود نیست. پل ایجاد شده را پل مورب^۲ و زاویه ایجاد شده بین راستای مسیر و راستای کوله را زاویه تورب می نامند. در پل های مورب راستای تیرهای طولی بر تکیه گاه های انتهایی عمود نیست و تغییرات زاویه تورب روی رفتار سازه ای عرشه تأثیر بسزایی دارد. کاربرد ورق های مورب در صنایع از جمله هواپیماسازی و کشتیرانی بسیار متداول است. در پل ها با توجه به موارد ذکر شده استفاده از دال های بتنی به همین منوال مطرح است که در اکثر موارد این دال ها برای تأمین ظرفیت باربری بیشتر توسط سختی های طولی تقویت می شوند.

در مسایل طراحی، بارهای استاتیکی با ضریبی افزایش داده می شوند تا تأثیرات دینامیکی بار را لحاظ کنند. این ضریب، ضریب تقویت دینامیکی نامیده می شود که به صورت ماکزیمم پاسخ دینامیکی به پاسخ استاتیکی در محل خاصی تعریف می شود. در آیین نامه های طراحی این ضریب فقط بر حسب طول ارایه شده است. اما تحقیقات نشان می دهد عوامل زیادی از جمله مشخصات فیزیکی و دینامیکی وسیله نقلیه، سرعت آن، مشخصات هندسی و تکیه گاهی عرشه، ناهمواری سطح و... بر پاسخ دینامیکی تأثیر فراوان دارند. فرمول ارایه شده در آیین نامه اشتو به صورت زیر است.

$$\alpha = \frac{l + 53.4}{l + 38.1} \leq 1.3$$

که l طول دهانه و α ضریب تقویت دینامیکی است که مقدار آن نباید از $1/3$ بیشتر در نظر گرفته شود.

^۱ - Kirchhoff

^۲ - Skew bridge