

بررسی لرزه‌ای رفتار غیر خطی پل‌های کابلی ایستای دهانه بزرگ

بهروز کشته‌گر^۱، امیر مهدی حلبیان^۲، حمید هاشم‌الحسینی^۳

۱- کارشناسی ارشد سازه، دفتر فنی استانداری، سیستان و بلوچستان

۲- استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان

۳- دانشیار دانشکده مهندسی معدن، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان

۱- پست الکترونیکی bkeshtegar@yahoo.com

۲- پست الکترونیکی mahdi@cc.iut.ac.ir

خلاصه

پل‌های کابلی ایستا دهانه بزرگ، به طور ذاتی دارای رفتار غیر خطی هندسی و مصالح می‌باشند. رفتارهای غیرخطی هندسی می‌تواند بصورت تغییرات شکم‌دادگی کابل‌ها با توجه به تغییرات نیروی محوری کابل، اندرکنش نیروی محوری فشاری با لنگر خمشی در برج‌ها ($P - \Delta$) و تیر اصلی عرشه و نیز اثرات تغییر شکل‌های نسبتاً بزرگ با توجه به ماهیت انعطاف‌پذیری سازه باشند. برای بررسی رفتار غیرخطی پل‌های کابلی ایستا یک مدل پل کابلی ایستا با عرشه‌ای جعبه‌ای به طول کل ۱۲۷۰ متر با استفاده از روش اجزاء محدود مدل گردید. هدف اصلی در این تحقیق بررسی رفتار خطی و غیرخطی مصالح عرشه و نیز رفتار خطی و غیرخطی هندسی پل تحت بار لرزه‌ای می‌باشد. با توجه به اینکه عرشه پل جعبه‌ای بوده، تحت بارهای لرزه‌ای ممکن است، در اثر تغییر مکانهایی بزرگی که تجربه می‌کند، وارد محدوده پلاستیک گردد. با تعریف خصوصیات مصالح عرشه به صورت دوطبقی، مقایسه‌ای بین پاسخ در دو حالت خطی و غیرخطی مصالح عرشه با در نظر گرفتن بارگذاری‌های لرزه‌ای مختلف یکنواخت و غیریکنواخت انجام می‌گیرد. سپس پاسخ پل در دو حالت خطی و غیرخطی هندسی، با توجه به تحریکات لرزه‌ای تکیه‌گاهی در دو حالت یکنواخت و غیریکنواخت، با استفاده از روش تحلیل دینامیکی صریح مورد توجه قرار می‌گیرد.

کلمات کلیدی: پل کابلی ایستا، غیرخطی مصالح، غیرخطی هندسی، تحلیل صریح، تحریک یکنواخت و غیریکنواخت

مقدمه

یکی از شیوه‌های مورد استفاده در پل سازی به ویژه دهانه‌های بسیار بزرگ، استفاده از تکنیک پل‌های معلق و پل‌های کابلی ایستا می‌باشد. پل‌های معلق ساخته شده با کابل‌های ترکیبی یکی از پیشرفته‌ترین فرم پل‌هایی هستند، که تا به حال ساخته شده‌اند. یکی از مزایای اصلی اجرای این گونه پل‌ها آن است، که احتیاج به هیچگونه فعالیت اجرایی در دهانه اصلی رودخانه یا دره نیست. این مسأله در مواردی که عمق رودخانه زیاد باشد، بسیار مهم و ضروری بوده و از لحاظ اقتصادی هزینه کمتری را اعمال می‌کند.

با توجه به پیشرفت علم مهندسی سازه، ساخت پل‌ها با دهانه‌های بسیار بزرگ در سالهای اخیر امکان‌پذیر شده، به طوریکه در سالهای اخیر، ساخت این گونه سازه‌ها در کشورهایی چون آمریکا، ژاپن، چین، کشورهای اروپایی و ... افزایش یافته است. امروزه پل‌های کابلی معلق با دهانه اصلی در حدود ۲۰۰۰ متر (پل Akashi-kaikgo در ژاپن) و پل‌های کابلی ایستا با دهانه اصلی در حدود ۱۰۰۰ متر (پل‌های Tatura در ژاپن و Normandie در فرانسه) ساخته شده‌اند.

با توجه به مسائل مورد بررسی از آنجا که در ساخت این گونه پل‌ها، هزینه بالایی به دلیل وجود دهانه بزرگ صرف می‌شود، لذا ساخت آنها همراه با در نظر گرفتن دقت ویژه‌ای در تحلیل پایداری تحت اثر بارهای محیطی است. از طرف دیگر بررسی رفتار غیر خطی هندسی در این سازه‌های بزرگ و انعطاف‌پذیر حائز اهمیت می‌باشد. از جمله رفتار غیر خطی هندسی در این سازه‌ها می‌توان: به شکم‌دادگی کابل‌ها، اندرکنش نیروی محوری و لنگر خمشی در برج‌ها (رفتار $P - \Delta$) و عرشه پل و نیز تأثیر تغییر شکلهای نسبتاً بزرگ سازه پل اشاره کرد. هدف اصلی در این تحقیق، بررسی رفتار غیر