



تحلیل غیرخطی یک پل قوسی بتنی غیر مسلح دو دهانه بیست متری تحت اثر بارهای استاتیکی

مهدی یزدانی¹، محمدصادق معرفت²

1- دانشگاه تهران، دانشکده مهندسی عمران

2- دانشگاه تهران، دانشکده مهندسی عمران

m.yazdani@ut.ac.ir

خلاصه

آزمایش بارگذاری پل 23 راه آهن قدیم تهران - قم، مشخصاتی نظیر سختی اولیه، الگوی ترک خوردگی و مراحل اولیه پاسخ غیر خطی را به نمایش گذاشت. اما بدلیل محدودیت های میدانی، امکان بارگذاری پل تا حد نهایی میسر نگردید. در این مقاله سعی شده تا با استفاده از نتایج محدود تست میدانی و به کمک مدلسازی اجزای محدود، پاسخ غیر خطی پل تا بار نهایی پیش بینی شود. برای این کار، الگوی ترک ها به مدل عددی اعمال گردیده و منحنی نیرو - تغییر شکل با نتایج تست تطبیق داده شده است. در این مدل با توجه به رفتار سازه از تحلیل کرنش مسطح استفاده شد تا علاوه بر ساده سازی، رفتار واقعی پل در نظر گرفته شود. با توجه به وجود ترکهای اولیه عمیق در سازه، این ترکها بصورت فضای خالی در نظر گرفته شدند و همچنین از معیار تسلیم دراگر - پراکر برای مصالح استفاده شده است.

کلمات کلیدی: پل قوسی بتنی غیر مسلح، مدلسازی اجزای محدود، اعمال الگوی ترک، تخمین بار نهایی، تحلیل غیرخطی

1. مقدمه

ارزیابی مقاومت باقیمانده پل های قوسی بنایی از مباحث مورد توجه مهندسان و محققان در سالیان اخیر بوده است. در این ارزیابی، نیاز به مدلسازی دقیق رفتار سازه می باشد، اما پیچیدگی موجود در رفتار آنها، انجام آزمایشهای میدانی را ضروری ساخته است. با استفاده از این آزمایشها، امکان مدلسازی عددی قابل اعتماد فراهم شده، و مطالعه رفتار سازه ها امکان پذیر گردیده است.

مطالعه رفتار پل های قوسی با مصالح بنایی، سابقه دیرینه در نقاط مختلف جهان دارد. از اولین محققین در این زمینه می توان به پیپارد و هیم اشاره کرد. نتیجه نظریه ی پیپارد روش معروف نیمه تجربی MEXE و نتیجه نظریه ی هیم، روش مکانیزم بوده است [1]. اولین کاربرد آنالیز قوسها با مصالح بنایی با استفاده از روش اجزای محدود توسط تولر انجام شد. تولر نتایج تحقیق و مدلسازی خود را با کارهای آزمایشگاهی مقایسه کرد. در مدل او هیچ عملکرد تماسی بین قوس و مصالح پرکننده در نظر گرفته نشد، لذا کریس فیلد نشان داد با این شرایط روش اجزا محدود منجر به بار گسیختگی کمتری نسبت به روش مکانیزم می شود، و برای رفع این مشکل، فراهایی با رفتار غیرخطی برای شبیه سازی مقاومت جانبی مصالح پرکننده در نظر گرفت. مطالعات تولر بر اساس المان تیر مستقیم بود، راف کار تولر را ادامه داد و از المانهای تیر خمیده استفاده کرد، چو نیز در ادامه کار تولر از المانهای تیر مخروطی استفاده کرد [1]. از محققین دیگر لورنکو می باشد. وی از جمله کسانی است که بر تحلیل غیرخطی تاکید دارد. لورنکو حل این مسائل را به سه دسته تقسیم نموده است: حالت الاستیک، حالت غیرالاستیک و حالت پلاستیک. مطالعات او نشان داد که نتایج تحلیل در حالت الاستیک قابل اطمینان نیست [2]. از محققین دیگر هاتزیگریگو و همکارانش می باشند، این محققین پل آرتا را مورد بررسی قرار داد. آنها رفتار پل را تنش مسطح در نظر گرفته و تحت بارهای استاتیکی و دینامیکی بررسی کرد و با فرض مصالح خطی و غیرخطی نتایج را با هم مقایسه کرده اند [3]. فانینگ و بوسبی آزمایشهای میدانی زیادی روی پل های بنایی انجام داده و مدلهای اجزا محدود خود را با آنها مقایسه کرده اند. آنها با ارائه یک مدل سه بعدی، پیشنهاداتی را در نحوه مدلسازی ارائه کرده اند. آنها معتقد هستند که شکل و مقطع قوس و همچنین دیوارهای پیشانی بعنوان عناصر سازه ای پل، تاثیر مهمی در رفتار سه بعدی سازه دارد [4]. از دیگر محققین دروس پولوس و همکارانش می باشند. آنها در مدل خود از مدل تماسی استفاده کرده اند تا

¹ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران - سازه

² استاد دانشکده مهندسی عمران