



بررسی الگوهای تعیین بازشدگی دهانه نوک ترک در بتن بر پایه نظریه قابلیت اطمینان

محمد رضایی پژند^۱، فرزاد شهبان مقدم^۲، فریبا حسن زاده توکلی^۳

۱- استاد دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد

Fariba_h_tavakoli@yahoo.com

خلاصه

در این مقاله، ضمن بررسی رابطه‌های موجود برای بازشدگی دهانه نوک ترک در تیرهای بتنی و همچنین، بررسی مطالعه‌های آزمایشگاهی، از مدل قابلیت اطمینان و تحلیل احتمال اندیشانه برای مقایسه رابطه‌ها بهره‌جویی شده است. برای این کار نسبت پواسون، ضریب کشسانی و ضریب‌های مومسانی به صورت متغیر تصادفی در نظر گرفته می‌شوند و سپس به روش مونت کارلو و به صورت نرمال، لگ نرمال، و یکنواخت در ضریب‌های پراکندگی ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد تولید می‌گردند. با استفاده از متغیرهای تولید شده، باز شدگی‌های دهانه نوک ترک محاسبه می‌شوند. می‌توان نتیجه گرفت که توزیع لگ نرمال نسبت به سایر مدل‌ها از دقت مناسب‌تری در تخمین بازشدگی نوک ترک برخوردار می‌باشد. مدل مذکور به‌ویژه در ضریب‌های پراکندگی بالا دارای پاسخ‌های دقیق‌تری نسبت به سایر توزیع‌های احتمالاتی می‌باشد.

کلمات کلیدی: ترک، شبیه سازی، قابلیت اطمینان.

۱. مقدمه

مکانیک شکست در حالت کشسان خطی تا زمانی معتبر است که رفتار ناخطی مواد محدود به منطقه کوچکی در اطراف نوک ترک باشد. مشخص کردن رفتار بسیاری از مواد، تنها با در نظر گرفتن حالت کشسان خطی امکان پذیر نبوده و جایگزین دیگری مورد نیاز است. مکانیک شکست در حالت کشسان- مومسان برای موادی به کار می‌رود که رفتار مستقل از زمان و ناخطی (تغییر شکل دائمی) نشان دهند. برای مشخص کردن شرایط نوک ترک در این گونه مواد، دو عامل وجود دارد که هر یک را می‌توان به‌طور جداگانه به عنوان یک معیار شکست در نظر گرفت. یکی از این عامل‌ها بازشدگی دهانه نوک ترک می‌باشد. مقدارهای بحرانی بازشدگی دهانه نوک ترک میزان چقرمگی مواد را مستقل از ابعاد و با تقریب قابل قبولی مشخص می‌کنند و برای محدوده وسیع مومسان نوک ترک نیز معتبر خواهند بود. گرچه محدودیت‌هایی در کاربرد بازشدگی دهانه نوک ترک وجود دارد، با این حال از اعتبار بیشتری نسبت به حالت کشسان خطی برخوردار است [۱].

رابطه‌های بازشدگی دهانه نوک ترک همان‌گونه که در ادامه می‌آیند، به پارامترهایی همانند نسبت پواسون، ضریب‌های مومسان، ضریب کشسانی و دیگر عامل‌ها بستگی دارند. هر یک از این پارامترها برای بتن به‌صورت آزمایشگاهی و در شرایط خاصی به‌دست می‌آیند و مقدار دقیقی برای آن‌ها در دست نیست. به‌عنوان نمونه، چانگ و لیو در سال ۲۰۰۸، در تحلیل اجزای محدود ناخطی سازه‌های پوسته‌ای مدول الاستیسیته را به‌عنوان یک متغیر تصادفی از نوع نرمال در نظر گرفته‌اند [۲]. در تحقیقات بائر در سال ۲۰۰۰، ضریب پواسون در محاسبه شاخص قابلیت اعتماد طراحی فونداسیون‌ها از توزیع بتا پیروی می‌کند [۳]. همچنین، در این تحلیل مدول الاستیسیته به‌صورت متغیر تصادفی لگ نرمال در نظر گرفته شده است. سین و کیشن در سال ۲۰۰۸، در تحلیل احتمال اندیشانه توسعه ترک خستگی مدول الاستیسیته را به‌صورت متغیر نرمال و ضریب پواسون را به شکل متغیر یکنواخت در نظر گرفته‌اند [۴].

یکی از روش‌هایی که در تحلیل احتمال اندیشانه در بسیاری از مسائل از آن بهره‌جویی می‌شود و پاسخ‌های مناسبی در دست قرار می‌دهد روش شبیه سازی مونت کارلو می‌باشد. گوپتا و مانوهار در سال ۲۰۰۶، در تحلیل قابلیت اطمینان و بهره سازه‌ها از روش شبیه سازی مونت کارلو بهره‌جویی نمودند [۵].