



بررسی عددی تأثیر پارامترهای برخورد گلوله بر میزان خرابی دال بتنی غیر مسلح با تکیه گاه ساده، به کمک نرم افزار ABAQUS

محمد امیری¹، سید محمد افزلی¹، سید احمد انوار²

1- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، بخش مهندسی راه، ساختمان و محیط زیست، دانشگاه شیراز

2- عضو هیأت علمی بخش مهندسی راه، ساختمان و محیط زیست، دانشگاه شیراز

mohammad_amiri@outlook.com

s.mohammad.afzali@outlook.com

anvar@shirazu.ac.ir

خلاصه

آگاهی و شناخت موضوع پیچیده برخورد گلوله با بتن، از مسائل مورد علاقه مهندسان عمران، از یک سو، و طراحان سلاح‌ها، از دیگر سو می‌باشد، چرا که نتایج حاصل به مهندسان عمران امکان ارائه قابلیت ایمنی عناصر سازه ای و به طراحان سلاح امکان طراحی سلاح‌های مخرب و ویرانگر را می‌دهد. در این مقاله با کمک شبیه سازی انجام شده در محیط نرم افزار ABAQUS، تأثیر پارامترهای برخورد گلوله از قبیل زاویه برخورد گلوله به دال، شکل نوک گلوله و جرم گلوله بر میزان خرابی ایجاد شده در دال بتنی غیر مسلح با ضخامت و مقاومت مشخصه بتن ثابت، مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج بدست آمده با نرم افزار ABAQUS با نتایج مشابه بدست آمده از به کارگیری سایر نرم افزارهای اجزا محدود مورد مقایسه قرار می‌گیرد. بدست آوردن زاویه کمانه کردن گلوله و میزان خرابی متناسب با شکل و جرم گلوله مد نظر تحقیق حاضر می‌باشد.

کلمات کلیدی: برخورد، گلوله، دال بتن غیر مسلح، ABAQUS

1. مقدمه و سابقه

در دهه‌های گذشته، فرایند نفوذ در اهداف بتنی به دلیل کاربرد وسیع در زمینه های مهندسی عمران و امور نظامی مورد توجه قرار گرفته است، و در این زمینه تحقیقات و مطالعاتی چند به صورت آزمایشگاهی، تحلیلی و عددی برای تشریح پارامترهای مختلف مؤثر در فرایند نفوذ انجام شده است. در سال 1992، Hanchak و همکاران، [1]، به انجام آزمایش برخورد گلوله به دال بتن آرمه به ازای سرعت‌های متفاوت برخورد (V_s) پرداختند. این آزمایش با دو نوع بتن با مقاومت‌های مشخصه 48 و 140 مگاپاسکال که با میلگرد st37 با قطر 5/69 میلیمتر میلگردگذاری شده بود صورت گرفت و در آن سرعت بعد از نفوذ گلوله (V_r) اندازه گیری گردید. در شکل 1 ابعاد و جزئیات میلگردگذاری دال بتن آرمه مورد استفاده در مرجع [1] نشان داده شده است.

Forestal و همکاران، [2]، چندین رابطه تجربی برای پیش‌بینی عمق نفوذ پرتابه که به صورت عمودی به هدف نامتناهی بتنی برخورد می‌کند پیشنهاد داده‌اند. Forestal و همکارانش، [3]، از مدلی که گسترش حفره کروی¹، نامیده می‌شود برای شبیه سازی فرایند نفوذ یک پرتابه صلب در هدف بتنی استفاده کرده‌اند. در کنار این مطالعات، شبیه سازی عددی فرآیند نفوذ در بتن نیز پیشرفت زیادی داشته است. چندین مدل رفتاری بتن برای تشریح آسیب و شکست بتن در حین فرآیند نفوذ گسترش داده شده‌اند. Holmquist و همکاران، [4]، یک مدل رفتاری که، HJC²، نامیده می‌شود برای بیان رفتار فشاری بتن در کرنش‌های بزرگ و با در نظر گرفتن اثرات فشار هیدرواستاتیک، نرخ کرنش و آسیب بر مقاومت ماده پیشنهاد کرده‌اند. این مدل سپس برای پیش‌بینی سرعت باقیمانده پرتابه مورد استفاده قرار گرفت. لازم به ذکر است که آسیب کششی بتن در مدل، HJC، به حساب

¹Spherical Cavity-Expansion

²Holmquist-Johnson-Cook Constitutive Model