

کاربرد مدل بوک- ون در شبیه سازی حلقه های پسماند نیرو-جابجایی دارای سخت شدگی مجدد

علی منظوری¹ و حمید توپچی نژاد^{2*}

1- دانشجوی کارشناسی ارشد گرایش سازه دانشگاه رازی، alimanzori@yahoo.com

2- استادیار گروه عمران دانشگاه رازی، h.toopchinezhad@razi.ac.ir

چکیده

مدل تحلیلی بوک- ون (Bouc-Wen) ابزاری شناخته شده در شبیه سازی حلقه های پسماند نیرو- جابجایی عناصر سازه ای مختلف می باشد. کاربرد نسخه کلاسیک این مدل در شبیه سازی حلقه های پسماندی است که مشخصه بارز آن ها نرم شدگی تدریجی عنصر سازه ای به ازاء افزایش جابجایی های وارد بر آن می باشد. در مدلسازی عناصر سازه ای که پس از نرم شدگی اولیه، دچار سخت شدگی مجدد می گردند لازم است از نسخه های اصلاح شده مدل بوک- ون استفاده به عمل آورد. ایزولاتورهای الاستومری مسلح به الیاف که بطور غیر متصل تعبیه می شوند نمونه ای از عناصر سازه ای دارای سخت شدگی مجدد به حساب می آیند. این مقاله پس از معرفی مدل کلاسیک بوک- ون و تبیین قیود حاکم بر ضرایب به کار رفته در آن به معرفی نسخه اصلاح شده ای از مدل مذکور که قادر به شبیه سازی رفتار جانبی ایزولاتورهای فوق الذکر می باشد می پردازد. در ادامه رفتار پسماند بدست آمده از آزمایشات بارگذاری دوره ای بر روی نمونه هایی از ایزولاتورهای الاستومری مسلح به الیاف توسط نسخه اصلاح شده مدل بوک- ون شبیه سازی شده اند. مقایسه حلقه های پسماند آزمایشگاهی و حلقه های شبیه سازی شده نشانگر دقت مناسب نسخه اصلاح شده مدل بوک- ون مورد مطالعه در شبیه سازی رفتار نیرو- جابجایی ایزولاتورهای مورد نظر می باشد.

واژه های کلیدی: مدل بوک- ون، حلقه های پسماند، سخت شدگی مجدد، ایزولاتورهای الاستومری.

1- مقدمه

بسیاری از عناصر و سیستم های سازه ای در قبال نیروهای رفت و برگشتی وارده دارای رفتاری پسماند (hysteretic) می باشند. به عنوان مثال عناصر سازه ای متشکل از مصالحی مانند بتن مسلح، فولاد، چوب، خاک و همچنین ایزولاتورها، میراگرهای الحاقی و ... در قبال نیروهای رفت و برگشتی وارده دارای رفتاری پسماند هستند [1]. رفتار پسماند رفتاری غیر خطی است که در طی آن شاخه های بارگذاری و باربرداری در منحنی های نیرو- جابجایی سازه غیر منطبق بر یکدیگر می باشند. به منظور شبیه سازی رفتار پسماند سازه ها مدل های تحلیلی متعددی را می توان در ادبیات تحقیق جستجو نمود که اساس کار در آنها ایجاد یک رابطه تحلیلی مابین تاریخچه تحریک ورودی به سیستم و پاسخ سازه به تحریک وارده می باشد. در غالب موارد مقادیر عددی ضرایب ثابت مورد استفاده در مدل های مذکور از انطباق حلقه های نیرو- جابجایی مدل با حلقه های پسماند منبعث از مطالعات آزمایشگاهی تعیین می گردند. یکی از مدل های تحلیلی مناسب در شبیه سازی حلقه های پسماند عناصر سازه ای مدل بوک- ون (Bouc-Wen) بوده که دارای کاربردهای متعددی در بسیاری از مسائل مهندسی سازه و مکانیک می باشد [2, 3, 4, 5].