

بررسی واکنش دینامیکی مخازن استوانه‌ای آب ساخته‌شده از کامپوزیت سیمانی مهندسی‌شده (ECC) در مقایسه با بتن معمولی

پوریا شیخ‌بهائی، فرهاد بهنام‌فر، عبدالرضا کبیری سامانی، تیر ۱۳۹۷

یکی از سازه‌های مورد استفاده در مناطق مسکونی و شهرک‌های صنعتی، مخازن نگهداری آب است. به دلیل نقش حیاتی مخازن در تأمین آب مورد نیاز پس از وقوع زلزله و نیز امکان ایجاد خسارت‌های جانی و مالی جبران‌ناپذیر در صورت تخریب سازه‌ی آن، اهمیت بررسی رفتار دینامیکی مخازن و استفاده از روش‌های مؤثر بر کاهش آسیب‌پذیری این نوع از سازه‌ها مشخص می‌گردد. با وجود انجام پژوهش‌های متعدد در این زمینه، آسیب‌های مشاهده‌شده در مخازن در زلزله‌های اخیر، شاهدهی بر عدم کفایت روش‌های متداول طراحی و نیاز به بازنگری در مصالح مورد استفاده و روش‌های ساخت این‌گونه از سازه‌ها است. یکی از علل وقوع آسیب در جداره‌ی مخازن، استفاده از تئوری‌های حاصل از تحلیل خطی مخازن در آیین‌نامه‌های موجود است. در نظر گرفتن اثر ترک خوردگی و گسیختگی بتن با انجام تحلیل غیرخطی، موجب بررسی دقیق‌تر رفتار دینامیکی مخازن شده و گامی مؤثر، در راستای کاهش آسیب‌پذیری لرزه‌ای این دسته از سازه‌ها است. در این پایان‌نامه، برای انجام تحلیل غیرخطی مخازن از نرم‌افزار المان محدود انسیس استفاده شده است. در ابتدا لازم است قابلیت این نرم‌افزار در تحلیل غیرخطی سازه‌های بتن‌آرمه تحت اثر اعمال بار چرخه‌ای برآورد شده و امکان در نظر گرفتن ایجاد ترک در بتن یا گسیختگی آن اثبات گردد. بدین منظور، نمودار چرخه‌ای نیرو-جابجایی یک تیر بتن‌آرمه از این نرم‌افزار استخراج شده و نتایج آن، با داده‌های حاصل از انجام تحلیل آزمایشگاهی مقایسه شده است. به منظور انجام این پژوهش، تعداد ۱۰ مخزن بتنی استوانه‌ای با ارتفاع و قطرهای متفاوت انتخاب شده و با استفاده از آیین‌نامه‌ی ACI، ضخامت جداره‌ی هر مخزن و سطح آرماتور مورد نیاز در آن تعیین شده است. نتایج به‌دست آمده در نرم‌افزار انسیس، نشان از ناکارآمدی روابط موجود در آیین‌نامه‌ی ACI داشته که این امر می‌تواند آسیب‌پذیری مخازن هنگام وقوع زلزله را توجیه کند. در گام دوم، به بررسی مزایای استفاده از بتن شکل‌پذیر ECC در مخازن، با هدف کاهش آسیب‌پذیری این دسته از سازه‌ها پرداخته شده است. از مشخصه‌های منحصر به فرد این بتن، می‌توان به مقاومت کششی بالا، ظرفیت کرنش کششی در حدود ۳۰۰ برابر بتن معمولی و دوام قابل قبول در شرایط محیطی متفاوت اشاره کرد. یکی از عوامل ایجاد آسیب در مخازن بتنی در زلزله‌های اخیر، ضعف بتن در تحمل کشش است که با ایجاد ترک در بتن و گسیختگی آن، نشت سیال از جداره مشاهده شده و شرایط لازم برای خوردگی آرماتورها فراهم می‌گردد. بر طبق نتایج به‌دست آمده در این پژوهش، استفاده از بتن ECC منجر به افزایش تنش کششی قابل تحمل در جداره شده که این امر مهم‌ترین دستاورد حاصل از پژوهش حاضر به شمار می‌آید. همچنین یکی از موارد مورد توجه محققان در پژوهش‌های اخیر، کاهش لنگر خمشی حاکم بر جداره‌ی مخازن بوده که با توجه به کاهش ضخامت جداره و وزن سازه در مخازن مدل‌شده با بتن ECC، کاهش لنگر خمشی در واحد عرض جداره‌ی مخازن، از دیگر نتایج مهم به‌دست آمده در این پایان‌نامه است. بر اساس بررسی انجام‌شده، در مخازن مدل‌شده با بتن ECC، بر خلاف نمونه‌های مدل‌شده با بتن معمولی مشکل خردشدگی بتن مشاهده نشده و ترک‌های ایجاد شده، عرض بسیار کمی داشته که از نظر نشت سیال، مشکل‌ساز نیست. از این رو، استفاده از بتن ECC در مخازن به عنوان یک راهکار کاهش آسیب‌پذیری پیشنهاد شده است.

واژگان کلیدی: مخازن بتنی، تحلیل دینامیکی، اندرکنش سیال و سازه، تحلیل غیرخطی، بارگذاری چرخه‌ای، انسیس