



## مدل‌سازی رفتار درازمدت کالورت‌های بتن مسلح مدفون در خاک

فاطمه ترابی<sup>۱</sup>، مسعود سلطانی محمدی<sup>۲\*</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی سازه، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۲. دانشیار دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

\*msoltani@modares.ac.ir

### خلاصه

کالورت‌های مدفون در خاک، سازه‌های بسیار مهم و اساسی برای انتقال تاسیسات برقی و مکانیکی می‌باشند که تحلیل و طراحی آن‌ها شامل مسائل پیچیده اندرکنش خاک و سازه است. به علت کمبود دانش مهندسی در این زمینه، مشکلاتی در طی مراحل طراحی، ساخت و بهره‌برداری از آن وجود دارد که ممکن است سبب‌ساز رفتار نامطلوب این سازه‌ها شود. این مشکلات می‌تواند در نهایت منجر به کاهش دوام، کاهش عمر خدمت‌پذیری و عدم قابلیت استفاده از کالورت‌ها گردد. در این مقاله، پدیده‌های اندرکنشی مؤثر بر بار مؤثر وارد بر کالورت‌ها و عوامل ایجادکننده آسیب‌های وابسته به زمان کالورت‌های بتن مسلح به خصوص خزش و انقباض، با هدف شناخت ماهیت و ویژگی‌های هرکدام از پدیده‌های ذکر شده مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد ثابت فرض نمودن توزیع فشارهای اعمالی بر کالورت‌های بتنی در طول زمان فرض صحیحی نبوده و لازم است در فرایند طراحی و همچنین بررسی قابلیت سرویس‌دهی کالورت‌ها در طول زمان، تغییر در پروفیل بارگذاری کالورت‌ها مورد توجه قرار گیرد.

**کلمات کلیدی:** کالورت، کنش قوسی، اجزای محدود غیرخطی، ترک پخشی، رفتار درازمدت.

### ۱. مقدمه

کالورت‌ها، سازه‌های بسیار با اهمیت برای انتقال تجهیزات در خاک به شمار می‌روند. تاکنون تئوری‌های مختلفی توسط محققان برای تعیین بار وارد بر کالورت‌ها و روش‌های طراحی آن ارائه شده که پایه و اساس روش‌های آیین‌نامه‌ای موجود قرار گرفته است [۱]. مارستن در سال ۱۹۳۰ تحقیقات وسیعی در دانشگاه ایالتی آیووا در زمینه بارهای وارد بر سازه‌های زیرزمینی انجام داد. نتایج بررسی‌های وی در این زمینه منجر به این نکته شد که اختلاف در سختی کالورت و خاک مجاورش، موجب ایجاد تنش برشی بین لایه‌های خاک و پدیده کنش قوسی فعال یا غیرفعال می‌گردد. پدیده کنش قوسی، پدیده‌ای عمومی در خاک است (ترزاکی ۱۹۴۳) که بیشتر در سازه‌های زیرزمینی مشاهده می‌شود.

پاسخ ناسازگار در رفتار درازمدت کالورت‌ها، ناشی از نشست، بارهای تناوبی و وسایل نقلیه و تغییرات فصلی دما و رطوبت می‌باشد. در طراحی کالورت‌ها به جز در مواردی که امکان ناپایداری زمین یا بارگذاری نامتعادل وجود دارد، می‌توان از اثر زلزله صرف نظر نمود [۲]. تحقیقات اندکی بر روی رفتار درازمدت کالورت‌ها، انجام شده است. طبق مطالعات سلیج و مک‌وی [۳] و اسپانازل و همکاران [۴]، با گذشت زمان، تغییر شکل خمشی و تنش‌های گزارش شده در کالورت و خاک ۱۰ تا ۷۰٪ افزایش می‌یابد. این محققین، گزارش کرده‌اند که هر یک از اثرات دراز مدت مانند نرخ زمان تحکیم، تراکم ثانویه، بارهای دینامیکی و وسایل نقلیه، تغییرات فصلی دمای و تغییرات رطوبت می‌تواند بر این موضوع تاثیرگذار باشد اما سهم تاثیر هر یک از این عوامل تعیین نشده است [۵]. یکی از محدود کارهای تحقیقاتی که در زمینه رفتار درازمدت کالورت‌های بتن مسلح در دسترس است، آزمایش اسوالد است که با نرم‌افزار CANDE انجام و نتایج آن با مقادیر اندازه‌گیری شده پس از ۲/۵ سال مقایسه گردیده است. تحقیقات وی نشان می‌دهد در اثر خزش و انقباض، تغییر شکل خمشی ۵۰٪ و کرنش ۱۰۰ تا ۲۰۰٪ افزایش یافته است [۶].

برای رسیدن به دقت قابل قبول و حداکثری در نتایج تحلیل، باید کلیه عوامل اثرگذار از جمله میزان رطوبت، دما و پدیده‌های مرتبط مانند خزش و انقباض به درستی شناخته شوند و اثرات فیزیکی آنها در شبیه‌سازی غیرخطی لحاظ گردد. تنها در این صورت است که سازه عملکرد خود را طی شرایط بحرانی محیطی و آسیب‌های وارده با گذشت زمان حفظ می‌کند. بنابراین پیش‌بینی تغییر شکل‌های نهایی کالورت و عرض ترک‌ها، یکی از بحرانی‌ترین جنبه‌های طراحی آن می‌باشد [۷].