



بررسی اثر گرادیان حرارتی بر رفتار دینامیکی سدهای بتنی قوسی

ریحانه مقدس جعفری^۱، فیاض رحیم زاده رفویی^۲

۱- کارشناس ارشد سازه های هیدرولیکی، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف

۲- استاد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف

Moghaddas_j@yahoo.com

خلاصه

در این تحقیق، اثرات ناشی از اعمال گرادیان حرارتی مربوط به بحرانی ترین شرایط دمایی بر روی رفتار لرزه ای سدهای بتنی قوسی مورد مطالعه قرار گرفته است. برای این منظور، یک مدل سه بعدی المان محدود از سد بتنی قوسی کارون ۴ با استفاده از نرم افزار ANSYS تهیه شد. سپس، توزیع حرارت در ضخامت سد با به کارگیری روش اشتوکی-درون برای دو حالت بحرانی تابستانی و زمستانی و نیز به صورت دقیق تر با انجام تحلیل حرارتی توسط نرم افزار ANSYS انجام شد. در ادامه تحلیل های حرارتی، استاتیکی، استاتیکی فقط با بارگذاری حرارتی، مودال، دینامیکی بدون و با بارگذاری حرارتی برای پی جرم دار انجام شد. نتایج حاصل از تحلیل های انجام شده نشان دهنده آن است که اعمال اثرات حرارتی در تحلیل دینامیکی در مجموع به ترتیب موجب افزایش و کاهش مقادیر کشش و فشار حداکثر و همچنین کاهش جبری تغییر مکان ها (تمایش به سمت بالادست) در بدنه سد می شود. هم چنین بین نتایج به دست آمده از تحلیل ها با توزیع حرارتی به روش ANSYS و اشتوکی-درون نیز اختلافاتی مشاهده گردید.

کلمات کلیدی: سدهای بتنی قوسی، تحلیل دینامیکی، گرادیان حرارتی، پی جرم دار، کارون ۴

1. مقدمه

سدهای بتنی قوسی به دلیل شکل خاص خود که از ناحیه تکیه گاه ها و پی گیردار می باشند، نسبت به حرارت و تغییرات آن در محیط اطراف خود که نهایتاً به درون سد نیز منتقل می شود، بسیار حساسند. آنها مانند میله دو سرگرداری که تحت اثر یک گرادیان حرارتی می باشد، به دلیل عدم امکان تغییر حجم، دچار یک سری تنش های داخلی بالا می شوند. بنابراین، می بایست تغییرات دمایی در بدنه سد و تنش ها و کرنش های حرارتی مربوطه به عنوان شرایط اولیه در تحلیل پایداری و ایمنی سد منظور شود.

به طور کلی بحث توزیع حرارت از دو جنبه قابل بررسی می باشد: اول توزیع حرارت مربوط به مرحله ساخت و دوم توزیع حرارت مربوط به مرحله بهره برداری که مورد بحث این مقاله است [1]. همچنین، توزیع حرارت در مرحله در بهره برداری نیز دست کم از دو دیدگاه قابل بررسی است. دیدگاه اول بررسی اثر تغییرات حرارت محیط اطراف سد در دراز مدت است [2]. دومین دیدگاه در مورد توزیع حرارت مربوط به مرحله بهره برداری، بررسی اثر توزیع حرارت در بدنه سد در زمان های خاص می باشد که مورد اشاره این مقاله است. در این تحقیق، توزیع حرارت در بدنه سد تنها در زمان های بحرانی که مدتی پس از زمان اوج گرمای تابستانی و زمان اوج سرمای زمستانی است، هم برای تراز آب معمول و هم برای تراز آب حداقل تعیین می شود. این توزیع حرارت ها به عنوان بارگذاری های حرارتی به بدنه سد اعمال شده و تنش های ناشی از آنها محاسبه می شوند. تنش های حرارتی حاصله به عنوان شرایط اولیه به سد اعمال شده و سپس بارگذاری لرزه ای بر روی سد انجام می شود.

با توجه به هدف این تحقیق در خصوص بررسی اثرات ناشی از گرادیان حرارتی بر روی رفتار لرزه ای سدهای بتنی قوسی نسبت به انتخاب سد کارون ۴ جهت انجام یک مطالعه موردی اقدام شد. برای این منظور یک مدل سه بعدی المان محدود نسبتاً واقعی از آن سد با استفاده از نرم افزار اجزاء محدود ANSYS تهیه شد. اثرات ناشی از مخزن در حالت تراز آب معمول و حداقل و نیز اثرات ناشی از پی بر پاسخ لرزه ای سد، با لحاظ نمودن اندرکنش سد-پی و سد-آب به نحو مقتضی در نظر گرفته شد. همچنین، ضمن تراکم پذیر فرض نمودن آب، مرزهای جاذب امواج در انتهای دور مخزن با جذب کامل و در کف مخزن با 15% جذب، با استفاده از روابط ارائه شده در مراجع معتبر قرار داده شد. به علاوه، در بارگذاری لرزه ای، نسبت به اعمال همزمان 3 مولفه متعامد رکورد های زلزله به مدل اقدام گردید. نهایتاً، با در نظر گرفتن جرم پی سد که به منظور مدلسازی انتشار امواج لرزه ای در محیط پی و انطباق هرچه بیشتر رفتار دینامیکی مدل ریاضی تهیه شده از سد با واقعیت انجام گردید، مرز های جاذب امواج در اطراف محیط پی قرار