



## تحلیل حرارتی سد بتنی دو قوسی شهید رجایی تحت تغییرات دمای محیط

مجتبی فرهادزاده<sup>1</sup>، بهرام نوایی نیا<sup>2</sup>

1- دانشجوی کارشناسی ارشد، سازه های هیدرولیکی، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

2- دانشیار، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

M

[Mojtaba.Farhadzadeh@gmail.com](mailto:Mojtaba.Farhadzadeh@gmail.com)

### خلاصه

بررسی عملکرد سدهای بتنی در اثر تغییرات دمای محیط مرتبط با سد به منظور پایش عملکرد آن از درجه‌ی اهمیت بالایی برخوردار است. در سدهای بتنی قوسی با توجه به عملکرد سه بعدی المان‌های سد، توزیع حرارت، تنش‌ها و کرنش‌های بوجود آمده در بدنه‌ی سد ناشی از بارگذاری‌های عمده یعنی تغییرات دما و تراز مخزن، می‌بایست به طور مداوم مورد ارزیابی قرار گیرد. در این مقاله مدل سه بعدی سد بتنی قوسی شهید رجایی ساری به روش اجزای محدود جهت تعیین رفتار حرارتی مورد بررسی قرار گرفته، بارگذاری و اعمال شرایط مرزی با استفاده از تحلیل آماری اطلاعات ثبت شده‌ی بدنه‌ی سد صورت گرفته است. نتایج حاصل از این مطالعه‌ی موردی نشان‌دهنده‌ی دقت بالای مدل عددی اجزای محدود مورد استفاده در مقایسه با نتایج ثبت شده‌ی پایش سالانه‌ی سد می‌باشد.

کلمات کلیدی: سدهای بتنی قوسی، مدل المان محدود، تنش‌های حرارتی

### 1. مقدمه

سد، به عنوان مهم‌ترین و گران‌ترین سازه‌ی آبی، همواره دارای نقش تعیین‌کننده‌ای در کنترل جریان‌های سطحی و زیر سطحی می‌باشد که توجه محققین را به سوی خود معطوف نموده است. بارهای حرارتی، نقش مهم‌تری در مقایسه با سدهای خاکی و یا سدهایی با جنس بدنه‌ی متخلخل و ضخیم ایفا می‌کنند. بنابراین لزوم ارزیابی دقیق‌تر تحلیل سدها و به خصوص سدهای قوسی به دلیل پیچیدگی هندسی و رفتار سه بعدی آن‌ها و کنترل روش‌های تحلیلی به منظور اطمینان از صحت روش مورد استفاده، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. مطالعات فراوانی پیرامون سدها، به خصوص سدهای بتنی صورت گرفته و همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، با توجه به اهمیت بارگذاری حرارتی در سدهای بتنی، بیشتر این تحقیقات مشتمل بر بارگذاری‌های حرارتی می‌باشند. مطالعات فراوانی در خصوص سدهای بتنی قوسی نیز انجام گرفته است. از این میان [1] Agullo L. و همکاران با بهره‌گیری از یک مدل عددی به روش تفاضلات محدود پیشرو، توانستند به ارزیابی دمای گره‌های موجود در مدل ایجاد شده به روش اجزای محدود و برای سد بتنی بپردازند. ایشان در تحقیق خود مصالح جسم سد را همگن و همسانگرد فرض نموده توزیع دما را یک بعدی در نظر گرفتند. نتایج حاصله از این مطالعات حاکی از آن بود که میانگین دمای سالانه‌ی مقاطع سد وابستگی معنا داری به متوسط دمای سالانه‌ی هوا، مخزن و تابش روی سد دارد؛ همچنین سهم تابش خورشیدی در نواحی پایین دست بدنه‌ی سد قابل توجه می‌باشد. [2] Martinez E. & Lopez J اثر عوامل مختلف را بر روی دو نوع سد بتنی قوسی و وزنی با بهره‌گیری از روش المان محدود سه بعدی مورد بررسی قرار دادند. ایشان با تغییر ارتفاع، نسبت طول تاج به ارتفاع، نسبت طول تاج به شیب، شعاع و نسبت مدول الاستیسیته‌ی بتن به مدول تغییر شکل پی سدهای بتنی مورد نظر، با در نظر گرفتن دمای سد در متوسط دمای ماهانه، میزان اثر حرارت خورشید، اندازه‌ی دمای دریاچه و نیز دمای حرارت تزریق بدون در نظر گرفتن شرایط حرارتی بتن که به صورت پارامتر ثابت لحاظ شد، مدل سه بعدی سد را مورد مطالعه قرار دادند. بر اساس نتایج تحقیقات ایشان، تغییرات فصلی در تغییرات تنش و کرنش حرارتی مشهود بوده است؛ بدین معنی که در تابستان تنش‌های فشاری و در زمستان تنش‌های کششی رخ داده است. بر اساس نتایج، مخزن سد به عنوان منبع حرارتی، نقش مؤثری در تعیین میزان و نوع تنش به وجود آمده ایفا می‌نماید. [3] Mouvet L. & Meyer T رفتار حرارتی یک سد بتنی قوسی - وزنی را با استفاده از روش المان محدود سه بعدی توسط المان‌های هشت وجهی دولایه‌ای مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه که روی یک سد در کشور سوئیس انجام شد،

<sup>1</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، سازه های هیدرولیکی، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

<sup>2</sup> دانشیار، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل