

# رفتار ارتعاشی دریچه‌های کشویی تخلیه‌کننده‌های تحتانی سدها در شرایط هیدرولیکی مختلف

## چکیده

تخلیه‌کننده‌های تحتانی یکی از مهم‌ترین سازه‌های هیدرولیکی مورد استفاده در سدهای خاکی و بتنی هستند. این سازه‌های هیدرولیکی هم‌زمان با عبور آب از زیر آن‌ها مستعد بروز شرایط اندرکنشی بین رفتار سازه و ویژگی‌های هیدرولیکی جریان می‌باشند. اندرکنش سیال-سازه شامل طیف وسیعی از مسائل مهندسی و عملی است که به دلیل پیچیدگی‌های خاص خود کمتر مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است. موضوع مورد بررسی در این تحقیق مربوط به یکی از زیر شاخه‌های اندرکنش سیال-سازه یعنی ارتعاشات القا شده توسط سیال بر دریچه‌های تخلیه‌کننده‌های تحتانی سدها است. بر این اساس در مطالعه‌ی حاضر به شبیه‌سازی عددی سازه و سیال به روش اجزاء محدود پرداخته می‌شود. سازه‌ی دریچه در تکیه‌گاه‌ها توسط فنر و میراگر به صورت سه بعدی مدل می‌شود و ارتعاش هم در جهت افقی و هم در جهت قائم در نظر گرفته می‌شود. طبق بررسی‌های انجام شده برای زوایای مختلف انتهای دریچه با افق، زاویه‌ی ۴۵ درجه به عنوان زاویه‌ی بهینه برای طراحی دریچه‌ها در جهت کاهش ارتعاشات دریچه‌ها بدست آمد. همچنین به بررسی ارتعاشات افقی دریچه در حالت یک درجه آزادی پرداخته شد. به دلیل این‌که فقط درجه‌ی آزادی در جهت  $x$  وجود دارد و درجه‌ی آزادی در جهت قائم بسته است، نسبت فرکانس در جهت افقی به قائم برابر  $0 = f_{x0}/f_{y0}$  است. بر اساس پارامتر بدون بعد سرعت کاهش‌یافته، ارتعاشات دریچه‌ها در جهت افقی در سه بازه از سرعت کاهش‌یافته قرار می‌گیرد. اثر میزان بازشدگی دریچه بر ارتعاشات افقی دریچه‌های با زاویه‌ی ۴۵ درجه که به عنوان زاویه‌ی بهینه بدست آمد، بررسی شد و با نتایج آزمایشگاهی ارتعاشات در جهت افقی برای دریچه‌های با زاویه‌ی ۰ درجه مقایسه شد. نتایج نشان‌دهنده‌ی کاهش ارتعاشات در بازشدگی‌های مختلف است. هرچند حداکثر دامنه‌ی ارتعاش در یک نسبت بازشدگی به ضخامت اتفاق می‌افتد. ارتعاشات قائم دریچه‌ها در حالت یک درجه آزادی و با زاویه‌ی بهینه بررسی شد. در این حالت به دلیل آنکه درجه‌ی آزادی در جهت قائم آزاد است و در جهت افقی درجه‌ی آزادی بسته شده است، نسبت فرکانس ارتعاش جهت افقی به قائم  $\infty = f_{x0}/f_{y0}$  است. در نسبت‌های مختلف بازشدگی به ضخامت برای سرعت‌های کاهش‌یافته‌ی بحرانی بین ۲ و ۳/۵ نمودار حداکثر دامنه‌ی ارتعاشات در بازشدگی‌های مختلف برای زاویه‌ی ۴۵ درجه سطح پایینی دریچه با استفاده از حل عددی محاسبه شد که با نتایج آزمایشگاهی برای زاویه‌ی ۰ درجه تطابق خوبی داشت.

در بخش انتهایی اثر ارتعاشات قائم بر ارتعاشات افقی برای نسبت فرکانس افقی به قائم برابر ۲/۸۹ بررسی شد. مکانیزم‌های مختلف تحریک و بازه‌ی موثر سرعت کاهش‌یافته برای هر مکانیزم بیان شد و تأثیر ارتعاش قائم بر دامنه‌ی ارتعاش افقی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان‌دهنده‌ی اثر ارتعاش قائم در افزایش دامنه‌ی ارتعاش افقی در سرعت‌های کاهش‌یافته‌ی پایین جریان است و در سرعت‌های کاهش‌یافته‌ی زیاد اثری در دامنه‌ی ارتعاشات افقی دیده نشد و پاسخ دریچه دقیقاً شبیه پاسخ دریچه با یک درجه آزادی در جهت افقی است.

**کلمات کلیدی:** ارتعاش دریچه، دریچه‌ی کشویی، تخلیه‌کننده‌ی تحتانی، حل عددی.