مطالعه ی عددی وقوع کاویتاسیون در دریچه های سازه های آبی و ارتعاش ناشی از آن در بازشدگی های مختلف دریچه

محمد سعید کریمی[۱]، حسین حسین جان زاده[۲]
۱- استادیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه سمنان
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه های هیدرولیکی دانشگاه سمنان
Hossein_hj@ymail.com

خلاصه

موضوع کاویتاسیون در تاسیسات آبی مانند سرریز ها و دریچه ها نتیجه ی مستقیم رسیدن فشار سیال به فشار بخار اشباع مایع است که در این شرایط حباب ها و یا کیسه های بخار تشکیل می شوند. طبیعت نا متعادل این حباب ها، به ایجاد ارتعاش، صدا و خوردگی و فرسایش قطعات فلزی و یا سطح بتنی منجر می شود. در طراحی سازه های هیدرولیکی در سرعت های بالا باید مطمئن شد که در هیچ قسمت از سیستم به نحو نامطلوبی فشار پایین نمی افتد. از آنجایی که اساسا تئوری مطمئنی که نقاط فشار بحرانی را تعیین کند وجود ندارد، معمولا مطالعات با ساخت مدل هیدرولیکی از سازه انجام می پذیرد که گاها وقتگیر و پر هزینه می باشد. روش های عددی می توانند به عنوان روش های جایگزین با هزینه ی به مراتب کمتر و سریعتر جهت مطالعه و بررسی پدیده های هیدرولیکی در سازه های آبی مورد استفاده قرار گیرند. در این مقاله به بررسی مطالعات عددی انجام شده برروی دریچه های تخلیه و تعیین نقاط بحرانی از لحاظ افت فشار و مستعد وقوع پدیده ی کاویتاسیون پرداخته می شود. همچنین به بررسی ارتعاش دریچه ناشی از این پدیده در بازشدگی های مختلف پرداخته می شود که می توان بر اساس آن حدود بازشدگی دریچه جهت جلوگیری از وقوع پدیده ی کاویتاسیون را تعیین نمود.

کلمات کلیدی: دریچه های تخلیه، کاویتاسیون، ارتعاش، مطالعات عددی

۱. مقدمه

تخلیه کننده ها ی تحتانی سازه هایی می باشند که برای انتقال آب از مخزن سد به پایین دست جهت تخلیه ی مخزن در مواقع اضطراری، پایین آوردن تراز آب مخزن، شستن رسوبات ته نشین شده ی داخل مخزن به پایین دست و انحراف دبی مازاد و سیلاب به کار می روند. از آنجایی که عمدتاً سرعت جریان در تخلیه کننده ها بسیار بالا می باشد، کاویتاسیون، خوردگی و همچنین ارتعاش دریچه ها در اثر نوسانات فشار از مسائل مهم اندرکنش آب و سازه در این گونه سازه ها به شمار می رود. دریچه های سد جهت کنترل جریان با توجه به نیازهای پایین دست باید به گونه ای طراحی شوند که عملکرد آن ها در برابر نیروهای هیدرواستاتیک و هیدرودینامیکی وارد بر آن که تحت تاثیر شرایط بهره برداری (میزان بازشدگی دریچه)، دبی و هد می باشد، دچار اختلال نشود. پیشگیری از وقوع اختلال در عملکرد و حتی شکست این سازه در نتیجه ی ارتعاشات ناشی از بارهای هیدرودینامیکی نوسانی که در اثر نوسانات فشار آب زیر دریچه و پدیده ی کاویتاسیون می باشد، نیاز به توجه جدی در طراحی دارد. تعریفی که به طور عمومی از کاویتاسیون در سازه های هیدرولیکی ارائه می شود آن است که هرگاه مایعی تحت دمای ثابت بواسطه ی شرایط و حالات دینامیکی و استاتیکی با کاهش فشار مواجه شود، به گونه ای که فشار آن به محدوده ی فشار بخار اشباع آن مایع برسد، حباب های گازی در آن ایجاد می شود که قابل توسعه و انتقال می باشند. در اثر ترکیدن های پی در پی این حباب ها، ضربه های موج گونه ای در سیال ایجاد می شود که گاهاً موجب پدیده ی خستگی و آسیب رساندن به سازه ی هیدرولیکی و ایجاد ارتعاش در آن می شود.

به طور کل، به عنوان اصلی ترین عوامل در پدیده ی ارتعاشات ناشی از جریان می توان از سه عامل جسم نوسانگر، سیال نوسانگر و منبع تحریک نام برد. در یک سازه ممکن است به طور همزمان چندین عامل برای وقوع پدیده ی ارتعاش وجود داشته باشد که شناخت همه ی آن ها بسیار مهم می باشد. منابع تحریک اجسام یا سیالات نوسانگر متعدد بوده و تشخیص آن ها مشکل است. اما در کل می توان آنها را به سه گروه طبقه بندی کرد[2] :

- تحریک با منشاء خارجی (Extraneously-Induced Excitation) که در اثر نوسانات در جریان یا فشار به وجود می آید و جزء ذاتی سیستم ارتعاشی نمی باشد.
- تحریک ناشی از ناپایداری (Instability-Induced Excitation) که در اثر ناپایداری در جریان به وجود می آید و ذاتاً به سیستم و سیال مربوط می شود. مانند به وجود آمدن جریان گردابه ای بعد از عبور جریان از زیر یک دریچه ی نیمه باز.