

مقایسه عملکرد روابط تجربی، روشهای مبتنی بر رگرسیون خطی و هوشمند غیر خطی در شبیه سازی میزان هوادهی جریان تخلیه کننده های خروجی

محمد ذونعمت کرمانی^۱، امین مهدوی میمند^۲

۱- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲- دانشجوی گروه مهندسی آب شهید باهنر کرمان

خلاصه

به هنگام طراحی تخلیه کننده های تحتانی سدها، بررسی احتمال وقوع کاویتاسیون و راه های جلوگیری از آن به عنوان یکی از مسائل اساسی باید مدنظر قرار گیرد. یکی از راه های جلوگیری از کاویتاسیون، هوادهی به جریان است. با توجه به این که روش های مختلفی برای برآورد میزان هوای مورد نیاز هواده ها وجود دارد؛ در این تحقیق تلاش شد تا با استفاده از برخی روش های موجود مقدار هوای مورد نیاز برآورد شود و با مقادیر اندازه گیری شده مدل های هیدرولیکی مقایسه گردد. برای انجام این مقایسه، داده های مربوط به آزمایش های انجام شده روی مدل های هیدرولیکی تخلیه کننده های تحتانی سدهای جگین، جره، کرخه، البرز، کوثر در داخل کشور و سد فولسوم در خارج کشور مورد استفاده قرار گرفت. در برآورد میزان هوا از سه روش تجربی (شارما، گروه مهندسين ارتش آمریکا و کمپبل-گایتون)، رگرسیون خطی چند متغیره و روش شبکه عصبی مصنوعی مبتنی بر آموزش لونیبرگ-مارکوارد استفاده شد. بررسی نتایج بر پایه شاخص های آماری ریشه متوسط مربعات خطا، خطای درصد مطلق میانگین و ضریب همبستگی، نشان دهنده عملکرد بسیار مناسب تر روش شبکه عصبی مصنوعی در شبیه سازی میزان هوای مورد نیاز هواده بود (RMSE برابر با ۲/۸۲). پس از آن روش رگرسیون خطی چند متغیره (RMSE برابر با ۴/۹۴)، کمپبل (RMSE برابر با ۵/۴۶)، گروه مهندسين ارتش آمریکا (RMSE برابر با ۶/۶۱) و در نهایت شارما (RMSE برابر با ۲۴/۱۸) قرار گرفتند. همچنین تحلیل خطای باقیمانده در قالب نمودارهای فراوانی نشان می دهد که روش رگرسیونی و روشهای مبتنی بر روابط تجربی بیش شبیه ساز بوده در صورتی که استفاده شبکه مصنوعی نتایج متعادلی را حول مرکز شبیه سازی نموده است.

کلمات کلیدی: کاویتاسیون، دبی هوادهی، رگرسیون خطی چند متغیره، شبکه عصبی، الگوریتم لونیبرگ-مارکوارد

۱- مقدمه

وجود ارتفاع زیاد آب در پشت سدهای بزرگ باعث می شود که سرعت آب در تخلیه کننده های تحتانی بسیار زیاد باشد. این سرعت زیاد باعث کاهش فشار وارد بر مجرا می شود. اگر کاهش فشار وارد بر مجرا از فشار بخار سیال کمتر شود سبب ایجاد حباب هایی در جریان می شود که این حباب ها به همراه جریان به پایین دست منتقل می شوند. افزایش فشار در مناطقی از پایین دست باعث انفجار این حباب ها شده که منجر به کاویتاسیون می شود. هنگامی که سرعت جریان بیش از ۳۰ متر بر ثانیه است، کاویتاسیون می تواند صدمات جدی به سازه های آبی وارد کند. سد هوور (hoover) اولین سدی بود که کاویتاسیون خسارت شدیدی به تونل آن وارد کرد [6]. برای جلوگیری از این پدیده می توان راه کارهایی از قبیل: کاهش سرعت جریان، افزایش فشار در نقاط بحرانی، مقاوم سازی مجرا (استفاده از بتن الیافی و...)، کاهش زبری مجرا و هوادهی را برشمرد. که از میان آن ها کاهش سرعت جریان و افزایش فشار به دلیل محدودیت های طراحی عملاً امکان پذیر نمی باشد. همچنین افزایش مقاومت سطح بتن در سرعت های بالا کارساز نیست. از این رو هوادهی جریان به عنوان راهی موثر در جلوگیری از وقوع کاویتاسیون می باشد که مورد توجه قرار گرفته است. هوادهی به جریان برای کاهش خسارت ناشی از کاویتاسیون اولین بار توسط پترکا در سال ۱۹۵۳ مطرح شد [4]. کاربرد موفقیت آمیز هواده ها در سد یلوتیل باعث شد که هوادهی به جریان به عنوان روشی موثر و کم هزینه برای کاهش خسارت ناشی از کاویتاسیون مورد توجه قرار گیرد. ورود هوا به داخل جریان آب سبب می شود که خاصیت تراکم پذیری جریان افزایش یابد و جریان، انرژی حاصل از انفجار حباب های کاویتاسیونی را کاهش دهد و به علاوه ورود هوا به جریان باعث کاهش میدان فشار در پایین دست در پیچه، و در نتیجه کاهش احتمال رخ داد کاویتاسیون می شود.