



پیش‌بینی پارامترهای جهش هیدرولیکی واگرا در شیب کف معکوس با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

مهدی اسمعیلی ورکی^۱، امیر کاسی کوزانی^۲ و جواد فرهودی^۳

۱- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه گیلان (مؤلف مسئول)

۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد سازه‌های آبی و استاد گروه آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران

esmaeili.varaki@yahoo.com و esmaeili@guilan.ac.ir

خلاصه

در این تحقیق یک رهیافت شبکه عصبی مصنوعی (ANN) با ساختار پرسپترون چند لایه برای پیش‌بینی نسبت عمق ثانویه و طول نسبی جهش هیدرولیکی واگرا در مقطع مستطیلی با شیب کف معکوس که به جهت عدم امکان رابطه تئوری صریح برای برآورد پارامترهای جهش، از حالت‌های خاص و پیچیده جهش هیدرولیکی می‌باشند، بکار گرفته شده است. برای این منظور آزمایش‌هایی بر روی مدل آزمایشگاهی حوضچه آرامش و در دامنه‌ای از زوایای واگرایی (صفر، ۳، ۵، ۷ و ۱۰) و شیبهای معکوس کف (صفر، ۲/۳، ۴/۱، ۵/۶ و ۸) انجام پذیرفته و پارامترهای اصلی جهش شامل عمق ثانویه، طول جهش و افت نسبی انرژی اندازه‌گیری گردیدند. در مجموع تعداد ۱۵۲ سری داده آزمایشگاهی شامل عمق ثانویه و طول جهش در گستره زوایای واگرایی و شیب‌های کف برای آموزش و صحت‌یابی شبکه عصبی مورد استفاده قرار گرفت. در توسعه مدل ANN، ده ساختار پرسپترون چندلایه، با تعداد لایه‌های پنهان و نرون‌های مختلف، مورد ارزیابی قرار گرفتند. در هر آرایش شبکه، آماره‌های ضریب تبیین (R^2) و میانگین مجذور مربعات خطا (RMSE)، محاسبه گردیدند. در نهایت مدل‌های بهینه برای پیش‌بینی نسبت عمق ثانویه (y_2/y_1) و طول نسبی جهش (L_j/y_1) به ترتیب دارای ساختاری با دو لایه پنهان و هشت نرون در هر لایه بودند که پارامترهای یاد شده را با R^2 ، به ترتیب برابر با ۰/۹۹۳ و ۰/۹۹۶ و RMSE به ترتیب ۰/۱۳۳۵ و ۱/۱۲۴۱ برآورد نمودند. مقادیر بالای بدست آمده برای R^2 در هر مورد، بیانگر همبستگی نزدیک بین مقادیر خروجی مدل ANN و داده‌های آزمایشگاهی می‌باشد.

کلمات کلیدی: جهش هیدرولیکی واگرا، حوضچه آرامش، شیب کف معکوس، پارامترهای جهش، شبکه عصبی مصنوعی

۱. مقدمه

معمولاً در انتهای سازه‌هایی نظیر سرریز سدها، تندآب‌ها، آبشارها و دریاچه‌ها، بدلیل سرعت زیاد جریان نیاز به سازه‌ای برای استهلاک انرژی جریان و کاهش سرعت آن به منظور جلوگیری از فرسایش و تخریب تاسیسات پایین دست می‌باشد. یکی از متداولترین سازه‌های مستهلک کننده انرژی، حوضچه‌های آرامش می‌باشند. در این حوضچه‌ها با شکل‌گیری جهش هیدرولیکی و عبور جریان از رژیم فوق بحرانی به رژیم زیر بحرانی، انرژی جریان مستهلک می‌شود. در طراحی حوضچه‌های آرامش، عمق ثانویه و طول جهش هیدرولیکی از پارامترهای مهم بشمار می‌روند که با اطلاع از پارامترهای یاد شده می‌توان رقوم کف، عمق و طول حوضچه‌های آرامش را طراحی کرد. در مورد جهش هیدرولیکی معمولی در مقاطع مستطیلی، مقدار عمق ثانویه با روابط تئوری حاصل از قوانین پیوستگی و مونتوم قابل محاسبه بوده و طول جهش نیز با معادلات حاصل از نتایج تجربی برآورد می‌گردد. لیکن پیش‌بینی مشخصات جهش هیدرولیکی در مقاطع غیر مستطیلی و بخصوص در حوضچه‌های واگرا از پیچیدگی خاصی برخوردار بوده و اغلب با فرضیات ساده کننده‌ای همراه می‌باشد.

از سال ۱۸۲۰ که جهش هیدرولیکی توسط بیدن مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت (ابریشمی، ۱۳۷۷)، تاکنون تحقیقات زیادی در خصوص جهش در وضعیت‌های مختلف صورت گرفته است که در اینجا تنها به تعدادی از تحقیقات انجام شده در مورد جهش‌های هیدرولیکی واگرا اشاره می‌شود.

مطالعات صورت گرفته در رابطه با اثر واگرایی دیواره‌های حوضچه بر عملکرد پارامترهای مهم جهش هیدرولیکی نشان داده است که واگرایی باعث کاهش نسبت عمق ثانویه، افزایش افت نسبی انرژی و کاهش طول نسبی جهش، در مقایسه با جهش کلاسیک، جهش هیدرولیکی در