

عملکرد هیدرولیکی جریان دو فازي آب و هوا بر روی تنداب‌های پلکانی با موانع بلوکی

محمدرضا بهشتی^۱، مهدی حمیدی^۲، فاطمه محمدحسینی^۳

۱- دکتری سازه‌های آبی، گروه مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

۲- استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آب و سازه هیدرولیکی دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، ایران

آدرس رایانامه نویسنده رابط mr.beheshti@Srbiau.ac.ir

خلاصه

تنداب پلکانی یکی از مهمترین و پرکاربردترین سازه‌های هیدرولیکی در محیط‌های آبی اعم از بستر رودخانه‌ها، سرریز سدها، تصفیه‌خانه‌ها و کانال‌های انتقال آب می‌باشد. از مشخصه‌های عملکردی این سازه می‌توان به استهلاک قابل توجه انرژی جنبشی جریان عبوری و تشکیل جریان دوفازی آب و هوا آنها اشاره نمود. در این تحقیق، به منظور بررسی افزایش کارایی این سازه هیدرولیکی در شرایط مختلف بهره‌برداری و نیز کاهش ابعاد سازه‌ای، از موانع بلوکی با چینش متناوب بر روی مدل فیزیکی یک نمونه تنداب پلکانی ساده استفاده شده است. سپس با استفاده از روش دینامیک سیالات محاسباتی، مدل عددی تنداب پلکانی مذکور در نرم‌افزار FLOW-3D توسعه داده شد و شاخص‌های طراحی اینگونه سازه‌ها نظیر آستانه هواگیری طبیعی، رژیم‌های مختلف جریان عبوری، میزان پراکنش انرژی جریان، توزیع سرعت و غلظت هوای ورودی به جریان در امتداد تنداب پلکانی ساده و بلوکدار مورد ارزیابی قرار گرفتند. در توسعه مدل عددی تنداب پلکانی از موانع بلوکی با ابعاد هندسی متغیر استفاده گردید. برای شبیه‌سازی آشفتگی جریان دوفازی از مدل آشفتگی K-ε و برای تعیین نیمرخ سطح آزاد جریان از روش VOF استفاده شد. صحت‌سنجی مدل عددی، براساس یافته‌های آزمایشگاهی بهشتی و خسروجردي (۱۳۹۲) انجام پذیرفت که نتایج مدل انطباق مناسبی با نتایج آزمایشگاهی نشان داد. نتایج تحقیق نشان داد که بکارگیری موانع بلوکی با ابعاد هندسی معین در امتداد جریان بر روی تنداب‌های پلکانی، نقش بسزایی در میزان استهلاک انرژی جریان و افزایش هواگیری طبیعی داشته است و با افزایش تدریجی دبی جریان عبوری، رژیم جریان از نوع ریزشی بیشتر غالب خواهد بود.

کلمات کلیدی: استهلاک انرژی، تنداب پلکانی، موانع بلوکی، نرم‌افزار FLOW-3D، هواگیری طبیعی

۱. مقدمه

یکی از پدیده‌های هیدرولیکی حائز اهمیت که در ارتباط با تنداب‌های پلکانی همواره مطرح بوده و اغلب نیز در طراحی این سازه‌ها مورد توجه قرار نگرفته است، اندرکنش بین جریان آب عبوری و جریان هوا می‌باشد که منجر به اختلاط شدید آب و هوا و ایجاد پیچیدگی زیاد در تحلیل هیدرولیکی این نوع جریان دوفازی می‌گردد. [۲] ارزیابی مشخصه‌های جریان آب-هوا به دلیل ورود مقادیر زیادی هوا در بالادست اینگونه سرریزها با دبی واحد عرض متوسط، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. [۱] مطالعات آزمایشگاهی متعددی بر روی جریان عبوری از تنداب‌های پلکانی با روش‌های مختلف طی چهل سال گذشته انجام شده است که از آن جمله می‌توان به تحقیقات افرادی نظیر سورنسن (۱۹۸۵)، پیراس و همکاران (۱۹۹۱)، کریستادولو (۱۹۹۳)، چمنی و راجاراتنام (۱۹۹۹)، چینارسی و وانگ‌وایز (۲۰۰۶)، ریلواس و پینه‌رو (۲۰۱۱) و... اشاره نمود. تنها در تعداد محدودی از مقالات منتشر شده، به جریان کاملاً متلاطم با هوادهی سطحی قوی در تنداب‌های پلکانی اشاره شده است (یاسودا و چانسون ۲۰۰۳، چانسون و تومبز ۲۰۰۲).

در دو دهه اخیر، تحقیقات آزمایشگاهی متعددی توسط محققین مهندسی علوم آب در ارتباط با جنبه‌های مختلف هیدرولیک سرریز پلکانی از طریق ساخت مدل‌های فیزیکی-هیدرولیکی انجام پذیرفته است. [۷] شاید یکی از دلایل عمده این رویکرد، پیشرفت‌های ایجاد شده در اجرای سدهای

۱ دکتری سازه‌های آبی، گروه مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

۲ استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، ایران

۳ دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد سازه هیدرولیکی، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، ایران