



شبیه سازی سه بعدی و بررسی عددی سرعت و اتلاف انرژی بر روی سرریز پلکانی لبه دار با

استفاده از نرم افزار FLOW 3D

خسرو مروتی^۱، افشین اقبال زاده^۲، میترا جوان^۳، آزاده غلامی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه های هیدرولیکی، دانشگاه رازی کرمانشاه

(khosromorovati@yahoo.com)

۲ و ۳- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه رازی کرمانشاه- پژوهشکده تحقیقات پیشرفته آب و فاضلاب

۴- دانشجوی دکترا هیدرولیک، دانشگاه رازی کرمانشاه

چکیده

تحقیقات عددی و آزمایشگاهی زیادی به دلیل کارایی بالای سرریزهای پلکانی در انتقال جریان از بالادست سد به پایین دست انجام شده است. ارائه راهکارهایی که منجر به اقتصادی بودن طرح و همچنین افزایش کارایی سرریزهای پلکانی شود مورد علاقه مهندسين هیدرولیک می باشد. در مطالعه عددی انجام شده از روش VOF برای شبیه سازی سطح آزاد جریان و روش $k - \epsilon$ (RNG) برای آشفتگی جریان استفاده شده است. لبه دار کردن پله ها باعث کاهش سرعت جریان می گردد. در صورت استفاده از لبه پله با ارتفاع ۹ سانتی متر، سرعت متوسط جریان ۲۵/۴۲ درصد نسبت به حالت بدون لبه کاهش می یابد. همچنین در صورت استفاده از سرریز پلکانی با ارتفاع لبه ۹ سانتی متر و تعداد ۶ و ۱۲ پله سرعت متوسط جریان در پایاب نسبت به سرریز پلکانی با ارتفاع لبه ۹ سانتی متر و تعداد ۱۰ پله ۷ و ۱۷/۵ درصد افزایش می یابد.

واژه های کلیدی: سرریز پلکانی لبه دار، VOF، مدل عددی، اتلاف انرژی، مدل آشفتگی $k - \epsilon$ (RNG)

مقدمه

سرریزهای پلکانی از جمله سازه های هیدرولیکی موثر در انجام کارایی بهتر سدها در کاهش انرژی جنبشی می باشند. عبور آب بر روی سرریز های پلکانی با کاهش انرژی جنبشی و اتلاف انرژی همراه است، که در نتیجه ابعاد حوضچه آرامش برای اتلاف انرژی جریان را کاهش می دهند [1]. بر روی سرریزهای پلکانی سه نوع الگوی جریان وجود دارد. الف- رویه ای ب- انتقالی ج- تیغه ای. این سه نوع الگوی جریان بترتیب در دبی های بالا، متوسط و کم اتفاق می افتند. چانسون و تومبیز [2]، کیسی و همکاران [3]، فیلدر و همکاران [4] در رژیم جریان رویه ای سطح جریان با شیب سرریز که بوسیله لبه پله ها تشکیل شده است موازی می باشد. در رژیم جریان انتقالی نوسان در سطح جریان مشاهده می گردد که با شیب سرریز موازی نمی باشد. در رژیم جریان تیغه ای یک سری آبشارهایی بر روی پله ها تشکیل می شوند که با برخورد به پله بعدی باعث اتلاف انرژی می شوند. فیلدر و همکاران [5]

تحقیقات آزمایشگاهی مختلفی بر روی سرریزهای پلکانی انجام شده است. چانسون و گنزالس [6] با مدل سازی فیزیکی سرریز های پلکانی به بررسی اختلاط آب و هوا، شدت آشفتگی، سرعت جریان و طول حباب ها پرداختند. بارانی و همکاران [7] به بهینه سازی ابعاد سرریز پلکانی و اتلاف انرژی پرداختند. نتایج آنها نشان داد، انرژی جنبشی جریان با افزایش نسبت جریان کاهش می یابد. فیلدر و چانسون [8] به بررسی اتلاف انرژی، مقاومت جریان و ناحیه بینابینی گاز- مایع در جریان های رویه ای بر روی سرریزهای پلکانی با شیب ملایم پرداختند. داده های آزمایشگاهی نشان داد که با افزایش ورود هوا به داخل جریان اتلاف انرژی افزایش می یابد. چافی و همکاران [9] با الگوی جریان و اتلاف انرژی بر روی سرریزهای پلکانی به این نتیجه رسیدند که فاکتور اصطکاک تاثیر زیادی در اتلاف انرژی بر روی سرریزهای پلکانی دارد. ویکاکسونو [10] با بررسی سرریزهای پلکانی با ۲، ۴، ۸، ۱۶ و ۳۲ پله به بررسی اتلاف انرژی پرداخت. فیلدر و چانسون [11] با بررسی سرریزهای پلکانی منفذدار به بررسی هد پایاب، اختلاط آب و هوا، سرعت جریان و الگوی جریان پرداختند. لیندرو و همکاران [12] با بررسی ۱۲ نوع سرریز پلکانی به بررسی غلظت هوا و سرعت جریان پرداختند.

علاوه بر تحقیقات آزمایشگاهی مطالعات عددی نیز بر روی سرریزهای پلکانی انجام شده است. چن و همکاران [13] با شبیه سازی سه بعدی سرریز پلکانی و استفاده از روش VOF و $k - \epsilon$ به بررسی جریان آشفته، توزیع سرعت و فشار پرداختند. خیانجو و همکاران [14] با شبیه سازی عددی سرریز پلکانی به بررسی توزیع سرعت، پروفیل فشار و الگوی جریان پرداختند. ژانگ دانگ و همکاران [15] با شبیه سازی عددی جریان آب بر روی سرریز پلکانی به این نتیجه رسیدند که مدل $k - \epsilon$ بیشترین کارایی را در شبیه سازی جریان بر روی سرریز پلکانی دارد. بومباردلی و همکاران [16] با اندازه گیری آزمایشگاهی و شبیه سازی عددی چند مش بلاکی با استفاده از نرم افزار FLOW 3D بر روی سرریز پلکانی با شیب تند به نتایج قابل