شبیه‌سازی سه بعدی پرش هیدرولیکی در مقطع مستطیلی واگرا با استفاده از نرم‌افزار FLUENT

فرزانه صاحبی[۱]، داود فرسادی‌زاده[۲]، مهدی اسمعیلی ورکی[۳]، اکرم عباسپور[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه‌های آبی دانشگاه تبریز

۲ - دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه تبریز

۳- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه گیلان

۴- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه تبریز

Sahebi.farzaneh@yahoo.com

خلاصه

با توجه به اهمیت حوضچه‌های آرامش جهت استهلاک انرژی جریان و عملکرد مناسبتر حوضچه‌های مستطیلی واگرا از نظر نسبت عمق ثانویه، طول نسبی و افت نسبی انرژی، امکان‌سنجی آن با استفاده از روش‌های عددی بسیار ارزشمند خواهد بود. در این تحقیق قابلیت مدل‌سازی عددی پرش هیدرولیکی واگرا در حوضچه مستطیلی به صورت سه‌بعدی با استفاده از نرم‌افزار FLUENT مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مدل آشفتگی $k-\varepsilon$ استاندارد و روش جزء حجم سیال (VOF) برای پیش‌بینی خصوصیات پرش در این حوضچه‌ها مناسب می‌باشند. مقایسه‌ها نشان داد که مدل عددی قادر است پروفیل سطح آب را با دقت ۰/۷ درصد شبیه‌سازی نماید. پروفیل‌های سرعت نیز تطابق خوبی با داده‌های اندازه‌گیری شده داشتند همچنین مدل شبیه‌سازی گردابه‌های ایجاد شده در نتیجه واگرایی دیواره‌ها را به خوبی نشان داد.

کلمات کلیدی: پرش هیدرولیکی واگرا، روش جزء حجم سیال (VOF)، مدل آشفتگی $k-\varepsilon$ استاندارد، FLUENT.

۱- مقدمه

با توجه به اهمیت استهلاک انرژی آب در سازه‌های هیدرولیکی، مطالعات وسیعی در مورد مشخصات پرش هیدرولیکی و روش‌های مختلف کنترل آن در حوضچه‌های آرامش در قالب مدل‌های فیزیکی و عددی انجام شده است. یکی از روش‌های کاهش هزینه احداث حوضچه‌های آرامش با پرش هیدولیکی، تغییر شکل مقطع و پلان حوضچه در جهت هماهنگی با مقاطع بالادست و پایین دست بدون استفاده از سازه‌های تبدیل می‌باشد. از طرفی، هرگونه تغییری در هندسه حوضچه، شرایط ایجاد پرش و خصوصیات هیدرولیکی آن را تحت تأثیر قرار داده و عملکرد آن را در حوضچه آرامش تغییر می‌دهد.

راجاراتنام در سال ۱۹۶۵، برای اولین بار مطالعاتی بر روی خصوصیات هیدرولیکی پرش انجام داد. وی با بسط معادله مومنتم و استفاده از اصول پیوستگی و انرژی و با فرض پروفیل پرش به صورت یک جت تیغه‌ای ، معادله جدیدی برای نسبت عمق ثانویه ارائه نمود. اربابهیراما و ابلا (۱۹۷۱)، خلیفه و مک کوروکودال (۱۹۷۹)، خصوصیات پرش هیدرولیکی در کانال مستطیلی واگرا را بررسی کردند. نتایج آزمایش‌های انجام شده در این تحقیق‌ها نشان‌دهنده کاهش طول پرش و نسبت عمق ثانویه در حالت واگرا در مقایسه با حالت پرش کلاسیک بود.

امید و اسمعیلی ورکی (۱۳۸۴)، تاثیر زاویه واگرایی و شیب جانبی حوضچه آرامش بر مشخصات پرش در مقاطع واگرا را مورد مطالعه قرار دارند. آزمایش‌هایی برای دامنه‌ای از زوایای واگرایی (صفر تا ۹ درجه)، شیب جانبی (قائم تا ۱/۵:۱) و اعداد فرود ۲ تا ۹، انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که با افزایش زاویه واگرایی، نسبت عمق ثانویه و طول نسبی پرش به ترتیب ۲۲/۵ و ۳۰ درصد کاهش و افت نسبی انرژی ۲۴/۵ درصد افزایش می‌یابد.

بختیاری و کاشفی‌پور (۱۳۸۷)، شجاعیان و همکاران (۱۳۸۹)، خصوصیات هیدرولیکی پارامترهای پرش در مقاطع واگرا را مطالعه نمودند. مقایسه‌های صورت گرفته بر روی پارامترهای مهم پرش در تحقیقات فوق نشان داد که زاویه واگرایی موجب کاهش طول پرش و اعماق مزدوج و افزایش افت