بررسی آزمایشگاهی تأثیر زاویه جت ریزشی کالورت بر روی ابعاد حفره آبشستگی با ارتفاع ریزش ثابت

محمدرضا پیرستانی[۱]، مهرداد کاویانی[۲]

۱- استادیار گروه عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران- سازه های هیدرولیکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

st_m_kaviani@azad.ac.ir

خلاصه

از بین عوامل مختلف مؤثر در پدیده آبشستگی در پایین دست جت‌های ریزشی کالورت، زاویه ریزش جت کمتر در تحقیقات مورد توجه قرار گرفته است، لذا در این تحقیق اثر زاویه ریزش کالورت روی پارامترهای حفره آبشستگی مورد بررسی قرار می‌گیرد. جت آب که از لوله‌ای با مقطع دایره‌ای بر روی بستری از جنس سیلیس با d_{50} برا بر ۱/۲۷ میلیمتر، عمق پایاب ۱۵ سانتیمتر و در سه حالت کالورت با سه زاویه ۱۰-، صفر و ۱۰ درجه (۸۰، ۹۰ و۱۰۰ درجه نسبت به راستای قائم) مدلسازی گردید. با اندازه‌گیری حداکثر عمق، طول و عرض حفره آبشستگی و ارتفاع برآمدگی رسوبات در پایین‌دست حفره و حجم حفره برای هر آزمایش و تجزیه و تحلیل آن نتیجه می‌شود که زاویه ریزش کالورت بر روی مشخصات حفره آبشستگی مؤثر بوده که در این مقاله به طور کامل به آن اشاره شده است.

کلمات کلیدی: جت ریزشی، زاویه ریزش، کالورت، حفره آبشستگی، تغییرات زمانی

۱. مقدمه

هر ساله هزینه‌های سنگینی برای کنترل و جلوگیری از تخریب ناشی از آبشستگی در پایین‌دست سازه‌های آبی، در مواقع سیلابی و غیرسیلابی، صرف می‌شود. از این رو پدیده آبشستگی در سازه‌ها بسیار حائز اهمیت است و پیش‌بینی آن قبل از ساخت سازه امری ضروری برای هر طرحی می‌باشد. گسترش این پدیده می‌تواند پایداری سازه را به خطر انداخته ضمن اینکه تجمع مواد فرسایش یافته با تغییر رقوم پایاب بر عملکرد خروجی سازه تأثیر می‌گذارد. ریزش جریان از روی سرریزها در سازه‌های هیدرولیکی مختلف و برخورد آن با بستر قابل فرسایش پایین‌دست باعث ایجاد آبشستگی و تغییر توپوگرافی بستر پایین دست می‌گردد. فرسایش موضعی پایین دست این گونه سازه‌ها پدیده‌ای پیچیده بوده و ابعاد حفره آبشستگی منتجه از آن اغلب با استفاده از معادلات تجربی تعیین می‌شود، زیرا پدیده آبشستگی یک جریان دو فازی شامل آب و رسوب بوده که به روش نظری کمتر مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته و عموماً از مطالعات صحرایی یا آزمایشگاهی برای شبیه‌سازی شرایط خاص استفاده شده است.

شفاعی بجستان (۱۳۷۸) تضمین طولانی مدت عملکرد ایمن در سازه‌های آبی را منوط به حفاظت کامل بستر رودخانه‌ها دانسته و هزینه‌های اصلاح مشکلات ناشی از آبشستگی را تا ۵۰ درصد هزینه ساخت سازه بیان می‌کند[۱]. آبت و همکارانش (۱۹۸۵) تحقیقاتی روی اثر شیب کالورت روی ابعاد آبشستگی انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که برای شیب‌های بالای ۱۰ درصد ابعاد حفره آبشستگی افزایش می‌یابد و تقریبا عمق آبشستگی تا ۱۵ درصد، عرض آبشستگی و طول آبشستگی هم تا ۲۵ درصد افزایش می‌یابند[۲]. میلان (۲۰۰۰) زوایای جت را بین ۴۵ تا ۹۰ درجه تغییر داده، قطر نازل مورد استفاده در آزمایشات ۱ و ۲ میلیمتر بوده و مصالح بستر دارای قطر ۰/۵ تا ۰/۷ میلیمتر بوده است، البته جت مورد استفاده در آزمایشات او به صورت مستغرق در آب می باشد. از مشاهدات محققین چنان به نظر می‌آید که در صورتی‌که سرعت خروجی جت از نازل کم باشد حجم آبشستگی با افزایش زاویه جت افزایش می‌یابد. البته در سرعت‌های بالا میزان تاثیر زاویه جت کمتر خواهد بود[۳و۴]. راجاراتنام و مازورک (۲۰۰۲) آزمایشاتی روی فرسایش بستر در اثر برخورد جت مورب هوا انجام دادند، آزمایشات ایشان با دو قطر مختلف جت D (۱۲/۶ و ۶/۳۵)، زوایای جت برخوردی به بستر θ بین ۶۰ - ۷/۵ درجه، جنس ذرات بستر از پلی استیرن با قطر متوسط ذرات d_{50}، ۱/۴ میلیمتر برای فاصله‌های مختلف برخورد جت از خروجی نازل تا بستر اولیه انجام گرفت. این محققین به این نتیجه رسیدند که عمق حفره آبشستگی به مقدار زاویه برخورد جت بستگی دارد اما طول و عرض حفره آبشستگی به مقدار زاویه برخورد بستگی ندارد[۵]. در مورد جت های ریزشی غیرمستغرق مساله بسیار پیچیده‌تر بوده و مساله‌ی ورود هوا به درون جت مطرح می‌شود. اروین (۱۹۷۶) اثر زاویه جت برخوردی به درون حفره را در نظر گرفته، اعلام می‌کندکه با افزایش زاویه جت