

مطالعه عمومی تغییرات انواع مختلف تنش‌های برشی موثر در پدیده آبخستگی موضعی پایین دست دریاچه‌های کشویی مستغرق

حسین خلیلی شایان^۱، جواد فرهودی^۲

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد سازه‌های آبی دانشگاه تهران

۲- استاد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران

(h_kh_shayan@alumni.ut.ac.ir)

چکیده

در این تحقیق، با استفاده از مفهوم تعادل ذره رسوبی منفرد، معادله بقای رسوب در طول حفره و مفهوم تعادل بردار نیروها، معادلاتی جهت تعیین نقطه‌ای تنش ناشی از وزن ذره، تنش برشی ناشی از بستر و تنش برشی در آستانه حرکت ذره وابسته به نیمرخ حفره آبخستگی ناشی از جت مستغرق دریاچه کشویی در پایاب حوضچه‌های معکوس استخراج گردید که قابل بسط به هندسه‌های مختلف حفره در پایاب انواع سازه‌های هیدرولیکی است. مشاهده گردید نیمرخ تغییرات تنش برشی بستر و تنش برشی ناشی از وزن از یک تشابه پیروی می‌کنند. در طول وجه بالادست حفره بر خلاف وجه پایین دست، تنش برشی ناشی از وزن ذره در راستای انتقال بوده، لذا تنش کمتری از سوی بستر جهت غلبه بر مقاومت ذره در آستانه حرکت لازم است. یک نقطه موسوم به نقطه عطف نیمرخ حفره وجود دارد که بیشترین میزان تنش وزن اعمال خواهد شد. در این موقعیت تنش برشی بستر بیشینه و پس از آن تا رسیدن به مقدار تنش در آستانه حرکت در سطح صاف رسوبات کاهش خواهد یافت.

واژه‌های کلیدی: نیمرخ آبخستگی، تنش برشی، معادله بقای رسوب، آستانه حرکت، دریاچه کشویی.

۱- مقدمه

آبخستگی در اطراف سازه‌های آبی احداث شده روی پی‌های نفوذپذیر، از جمله مهمترین مسائلی است که عملکرد اولیه مورد انتظار از این سازه و پایداری آن را در طول زمان بهره‌برداری تحت تاثیر قرار می‌دهد. این پدیده در پایاب سازه‌ها هنگامی رخ می‌دهد که تنش برشی وارده از سوی جریان در مجاورت سازه از تنش برشی مربوط آستانه حرکت ذرات بیشتر باشد. در چنین شرایطی، مواد بستر توسط جریان آب کنده شده و سپس حمل می‌گردد که نتیجه‌ی آن به هم خوردن وضعیت ریختاری رودخانه و ایجاد حفره‌ی آبخستگی در اطراف سازه خواهد بود. بدیهی است توسعه این حفره ممکن است پایداری سازه را تهدید نماید. مطالعات محققین نشان می‌دهد عوامل متعددی از خصوصیات ذرات رسوبی، خصوصیات جریان و نوع سازه بالادست بر شکل‌گیری حفره آبخستگی موثر هستند. در طول توسعه فرآیند آبخستگی موضعی با گذشت زمان، سه نوع تنش برشی بر شکل‌گیری حفره آبخستگی موثر هستند؛ تنش برشی ناشی از وزن مستغرق ذره روی وجوه شیبدار بالادست و پایین دست حفره، تنش برشی ناشی از سرعت‌های جریان در مجاورت بستر و تنش برشی در آستانه حرکت ذره رسوبی. از یک دیدگاه، پیشرفت آبخستگی تا زمانی ادامه خواهد یافت که برآیند تنش‌های برشی بستر و تنش برشی ناشی از وزن مستغرق ذره در امتداد جابه‌جایی بیشتر از تنش برشی در آستانه حرکت ذره رسوبی باشد. اطلاع از روند تغییرات تنش برشی در ناحیه حفره آبخستگی در تعیین میزان بار بستر انتقال یافته با گذشت زمان و نیز پیش بینی فرم تغییرات سرعت در طول و عمق حفره آبخستگی مفید است. از سویی هر گونه اندازه‌گیری مستقیم تنش برشی در مجاورت بستر تنها در جریان‌های یکنواخت با استفاده از لوله پرستون امکان پذیر است. اندازه‌گیری غیر مستقیم تنش برشی نیز مستلزم اندازه‌گیری سرعت‌های مجاور بستر می‌باشد که در نوع خود پیچیده و زمان‌بر است. علی و لیم (۱۹۸۵) بر اساس رابطه پیشنهادی ملویل و رادکیوی (۱۹۷۷) با اندازه‌گیری سرعت جریان در مجاورت بستر حفره، تغییرات تنش برشی بستر را در طول حفره محاسبه کردند. دی و وستریچ (۲۰۰۳) بواسطه حل معادله انتگرال مومنتم ون-کارمن، عبارتی را جهت تعیین تنش برشی مجاور بستر در طول حفره بدست آورد. ادوک