



بررسی عددی الگوی جریان و آبشستگی در اطراف گروه شمع

علی اصغر بهشتی^۱، بهزاد عطائی آشتیانی^۲

۱- دانشجوی دکترای مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف، تهران

۲- دانشیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف، تهران،

تلفن: ۰۲۱۶۶۱۶۴۲۳۶ فکس: ۰۲۱۶۶۰۱۴۸۲۸

(ali_abeheshti@yahoo.com)

خلاصه

برای حل دقیق جریان و پیش بینی آبشستگی در اطراف پایه‌های پل نیاز به فهم دقیق الگوی جریان در اطراف آنها می‌باشد. با بینش کامل از جریان می‌توان با حل معادلات حاکم این میدان جریان را به طور کامل مدل کرده و به همراه حل معادلات انتقال رسوب و با تکیه بر پیشرفتهای چشمگیر در علم CFD یک روش دقیق برای تخمین آبشستگی موضعی در اطراف این نوع سازه‌ها بدست آورد. در این مطالعه الگوی جریان سه‌بعدی و آبشستگی تحت شرایط آب صاف در اطراف گروه شمع با استفاده از مدل عددی SSIIM شبیه‌سازی شده است. مدل عددی معادلات سه‌بعدی ناویر-استوکس را برای جریان به همراه مدل آشفتگی $k-\epsilon$ حل می‌کند. تنش برشی حاصل شده در بستر برای محاسبه غلظت رسوب نزدیک بستر و حل معادله انتقال-پخش برای رسوبات مورد استفاده قرار می‌گیرد. تغییرات در بستر با حل معادله پیوستگی برای سلولهای نزدیک بستر بدست می‌آید. با در نظر گرفتن حالت جریان انتقالی و حل همزمان جریان و محاسبات رسوب می‌توان آبشستگی در اطراف گروه شمع را مدلسازی کرد. مدلسازی برای دو حالت بستر ثابت و متحرک در اطراف گروه شمع انجام شده است. در حالت اول الگوی جریان حاصل شده به وضوح مکانیزمهای حاکم بر آبشستگی در اطراف گروه شمع را نشان می‌دهد. در حالت دوم تغییرات بستر، آبشستگی و حداکثر عمق آبشستگی مدلسازی شده و نتایج با مقادیر آزمایشگاهی مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. شکل و عمق حفره آبشستگی حاصل شده از مدل عددی انطباق خوبی با نتایج آزمایشگاهی دارد.

کلمات کلیدی: آبشستگی، گروه شمع، مدل عددی، انتقال رسوب.

مقدمه

ایجاد و گسترش آبشستگی در پایه پلها از مهمترین عوامل آسیب و خرابی پلها می‌باشد. پیش‌بینی نحوه ایجاد، گسترش و وضعیت نهایی گودال آبشستگی از مهمترین موارد طراحی هیدرولیکی پلها می‌باشد. این امر به ویژه در مورد پلهای پر اهمیت و با پایه‌های پیچیده موقعیت و اهمیت خاصی را می‌یابد. از زمانی که مسأله آبشستگی موضعی به عنوان یک مسأله مهم در مهندسی رودخانه مطرح شده است، مطالعات آبشستگی موضعی با استفاده از مدل‌های فیزیکی تحت شرایط ساده شده آزمایشگاهی انجام شده و روابط متعددی برای تخمین حداکثر عمق آبشستگی بدست آمده است [Breusers و همکاران (۱۹۷۷)، Melville و Coleman (۲۰۰۰)، Richardson و Davis (۲۰۰۱)، و Sheppard و همکاران (۲۰۰۴)]. اکثر این مطالعات و روابط بدست آمده برای پایه‌ها با شکل هندسی ساده می‌باشند. آبشستگی در گروه شمع‌ها و پایه‌های پل با هندسه پیچیده کمتر مورد بررسی قرار گرفته است [Hannah (۱۹۷۸)، Breusers و Raudkivi (۱۹۹۱)، Vittal و همکاران (۱۹۹۴)، و Ataie-Ashtiani و Beheshti (۲۰۰۶)]. کاربرد روابط بدست آمده بر اساس مطالعات مدل فیزیکی در نمونه‌های واقعی به خصوص برای پایه‌ها با هندسه پیچیده که دارای الگوی جریان پیچیده هستند مسأله‌دار است و بعضاً نتایج قابل قبولی ارائه نمی‌دهند [Richardson و Panchang (۱۹۹۸)]. مقایسه اندازه‌گیری‌های میدانی از عمق آبشستگی و نتایج حاصل از معادلات موجود برای عمق آبشستگی نشان می‌دهد که این معادلات در اکثر موارد عمق آبشستگی را بیش از حد (در بعضی موارد تا ۵ برابر بیشتر) تخمین می‌زنند [Johnson (۱۹۹۵)]. این امر تا حدودی مربوط به عدم فهم کامل میدان جریان پیچیده در اطراف این سازه‌ها و ناتوانایی مدل‌های عددی از حل این جریان پیچیده می‌باشد. فهم بهتری از ساختار جریان می‌تواند بصیرت بیشتری نسبت به فرآیند آبشستگی اطراف

^۱ دانشجوی دکتری دانشکده عمران دانشگاه صنعتی شریف

^۲ دانشیار دانشکده عمران دانشگاه صنعتی شریف.