



بررسی توزیع فشار غیر هیدروستاتیک روی پیشانی دریچه‌ها در عمقها و بازشدگیهای مختلف

مسعود منتظری نمین^۱، فاطمه چگینی^۲

۱_ استادیار دانشکده فنی، دانشگاه تهران

۲_ دانشجوی دکتری آب، دانشگاه تهران

fateme.chegini@gmail.com

خلاصه

در این تحقیق، به منظور بررسی دقیق‌تر تأثیر فشار هیدرودینامیک، توزیع فشار غیرهیدروستاتیک روی پیشانی دریچه‌ها شبیه‌سازی شده است. در این راستا، یک مدل عددی برای شبیه‌سازی جریان با سطح آزاد با در نظر گرفتن فشار غیرهیدروستاتیک به صورت دو بعدی و در قائم (2DV) توسعه داده شده است. معادلات حاکم بر این مدل، معادلات ناویر-استوکس انتگرال‌گیری شده در عرض می‌باشند که با استفاده از روش حجم محدود گسسته‌سازی شده و به کمک روش گام کسری^۱ حل شده‌اند. مدل آشفتگی به کار رفته، مدل دو معادله‌ای $k-\epsilon$ می‌باشد. علاوه بر آن در مدل حاضر، جهت مدل‌سازی سطح آزاد آب، فرض فشار هیدروستاتیک در آخرین لایه مورد استفاده قرار گرفته است. در نهایت پس از ارزیابی و حصول اطمینان از صحت عملکرد مدل، توزیع فشار غیرهیدروستاتیک روی پیشانی دریچه‌ها در عمقها و بازشدگیهای مختلف تعیین شده و با توزیع فشار هیدروستاتیک مقایسه شده است.

کلمات کلیدی: مدل‌سازی عددی، جریان دو بعدی در قائم، حجم محدود، فشار غیرهیدروستاتیک، پیشانی دریچه

مقدمه

امروزه مدل‌های عددی به طور وسیعی برای مدل‌سازی جریان در محیط‌های آبی مانند رودخانه‌ها، خورها، دریاچه‌ها و اقیانوسها مورد استفاده قرار می‌گیرند. بسیاری از مدل‌های موجود برای شبیه‌سازی جریانهای غیر ماندگار با سطح آزاد، بر این فرضیه استوارند که مؤلفه شتاب در جهت قائم نسبت به سایر مؤلفه‌های فشار در معادلات حاکم کوچک و قابل صرف‌نظر کردن بوده و در نتیجه این مدل‌ها بر اساس فرض فشار هیدروستاتیک تهیه می‌شوند. اگرچه این فرض برای شبیه‌سازی جریان در شرایطی که مقیاس حرکت در جهت افق بسیار بیشتر از مقیاس حرکت در جهت قائم است کاربرد دارد (یوان و وو ۲۰۰۳)؛ اما برای مدل‌سازی جریان در برخی شرایط لازم است که معادلات ناویر-استوکس به طور کامل حل شوند. از جمله این شرایط می‌توان به امواج با دوره تناوب کوتاه، تغییر ناگهانی در توپوگرافی بستر، تغییر ناگهانی در شیب بستر و جریان عبوری از سازه‌ها اشاره نمود (نمین ۲۰۰۱ و چن ۲۰۰۵). یکی از کاربردهای مدل هیدرودینامیک تعیین فشار غیر هیدروستاتیک وارد بر دریچه‌هاست. در پژوهش حاضر، پس از تهیه مدل عددی هیدرودینامیک دو بعدی در قائم، فشار غیر هیدروستاتیک وارد بر پیشانی دریچه‌ها در عمقها و بازشدگیهای مختلف تعیین شده و با فشار هیدروستاتیک مقایسه شده است.

معادلات حاکم

معادلات حاکم بر جریان دو بعدی در قائم با انتگرال‌گیری از معادلات اندازه حرکت و معادله پیوستگی در عرض واحد، به صورت زیر استخراج می‌شوند:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial(u^2)}{\partial x} + \frac{\partial(uw)}{\partial z} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\nu_t \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\nu_t \frac{\partial u}{\partial z} \right) \quad (2)$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} + \frac{\partial(w^2)}{\partial z} + \frac{\partial(uw)}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\nu_t \frac{\partial w}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\nu_t \frac{\partial w}{\partial z} \right) - g \quad (3)$$

¹ Fractional Step