بررسی مدلهای کنارجداره در حل جریان کانالهای باز با هندسه پیچیده به روش شبیه‌سازی گردابه های بزرگ

حمید شاملو[۱] ، نغمه پیشگو[۲]، بهاره پیرزاده[۳]

۱-دانشیار گروه مهندسی عمران-آب

۲-کارشناس ارشد مهندسی عمران-آب

۳-دانشجوی دکتری عمران-آب

۱و۲و۳- دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

hshamloo@kntu.ac.ir

خلاصه

یکی از روشهای مناسب حل عددی جریان آشفته، برای اعداد رینولدز بالا روش شبیه‌سازی گردابه‌های بزرگ می‌باشد که دارای حجم محاسباتی زیادی به خصوص در کنارجداره است. یک راه حل کاهش این هزینه و کم نمودن زمان محاسباتی لازم، استفاده از مدلهای جداره در مجاورت دیواره می‌باشد. در این تحقیق به کمک مدلهای جداره ارتقاء یافته Werner-Wengle در یک کد دوبعدی LES، به تخمین میدان جریان آشفته در کانالهای باز پرداخته شده و شبیه‌سازی دو نوع مدل آزمایشگاهی کانال باز با یک مانع در کف و پله در کف صورت گرفته است. نتایج به دست آمده بیانگر عملکرد مناسب مدلهای کنارجداره می‌باشد که دقت آن در تخمین نقطه بازگشتی جریان بیشتر نمایان می‌شود.

کلمات کلیدی: شبیه‌سازی گردابه‌های بزرگ، مدل کنار جداره، جریان آشفته

۱- مقدمه

مدلهای آشفتگی متعددی برای شبیه‌سازی جریانهای آشفته وجود دارد که قادر به تخمین الگوی جریان با دقتهای مختلف می‌باشند. از میان این مدلها، روش LES که قادر به حل جریانهایی با رینولدز بالا و نتایج دقیقتری می‌باشد، انتخاب شده‌است. در این روش گردابه‌های بزرگ جریان که بخش عمده‌ای از انتقال انرژی را به عهده دارند به طور مستقیم حل می‌شوند و اثر گردابه‌های کوچک که نقش مستهلک کننده انرژی را دارند توسط مدل‌های مقیاس زیرشبکه، بر گردابه‌های بزرگ اعمال می‌شود. با افزایش عدد رینولدز ضخامت لایه مرزی نازکتر و تأثیر رفتار کنارجداره بر کل جریان بیشتر می‌شود که حل دقیق جریان با ریز کردن شبکه مقدور می‌باشد و در نتیجه هزینه محاسباتی زیادی دارد. یک راه حل کاهش این هزینه و کم نمودن زمان محاسباتی لازم، استفاده ازمدلهای کنارجداره به هنگام استفاده از شبکه‌های درشت کنار جداره‌ای است. در این شیوه، هنگام بکارگیری مدلهای جداره، تنش برشی جداره به عنوان یک تابع در طول حل جریان محاسبه شده مورد استفاده که قادر به توصیف مناسب جریان در مجاورت دیواره می-باشد. یکی از نخستین مدلهای جداره، توسط Deardorff در سال ۱۹۷۰ ارائه شد [۱]. سپس Schumann در سال ۱۹۷۵ با توسعه مدل جداره Deardorff یک مدل جداره با نتایج نسبتاً خوبی برای جریانهای بدون جداشدگی را استنتاج کرد [۲]. در سال ۱۹۸۹ Piomelli با توجه به تأثیرات فیزیکی مؤثر، مانند پدیده‌های موجود در کنار جداره همچون Sweep و Ejection مدلهای جداره دیگری را ارائه داد [۳].

Werner-Wengle(WW) در سال ۱۹۹۳ مدلی برای تعیین تنش برشی جداره، به روش متفاوتی را ارائه نمودند. این مدل، تابعی مطابق با قوانین جداره زمانی استفاده شده به وسیله Schumann را برای کمیت‌های لحظه‌ای به جای مقادیر متوسط به کار می‌برد [۴].