

ارزیابی کد عددی حجم محدود در تخمین میدان جریان آشفته روی بستر زبر با بکارگیری تکنیک گردابه های بزرگ

حمید شاملو^۱، بهاره پیرزاده^۲

۱،۲- دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

b_pirzadeh@dena.kntu.ac.ir

خلاصه

در این مقاله به ارزیابی دقت کد سه بعدی توسعه داده شده برای جریان آشفته در کانالهای روباز با بستر زبر پرداخته شده است. تکنیک گردابه بزرگ جریان همراه با توابع جداره در کد حجم محدود با روش لاگرانژی-اولری بکار برده شده است. مدلسازی در دو حالت بستر مجازی و هندسه دقیق انجام و ارزیابی نتایج با مقایسه نتایج عددی حاصله برای مقادیر سرعت، تنش برشی، تنش رینولدز، انرژی جنبشی آشفته و همچنین میزان تولید آشفته با داده های آزمایشگاهی مرجع، صورت گرفته است. انطباق نتایج عددی در هر دو حالت با داده های آزمایشگاهی مناسب بوده که نشانگر قابلیت کد در تخمین جریان، تعیین اثر زبری در جریان پیرامون و در نواحی جریان دور از کف است.

واژه های کلیدی: جریان آشفته، المان زبر، ناحیه جدایی، ناحیه بازگشتی، گردابه بزرگ جریان

۱. مقدمه

ناحیه جدا شده جریان در حضور المانهای زبر و موانع در بسیاری از کاربردهای مهندسی دیده می شود. از آنجاییکه، وجود چنین ناحیه ای باعث کاهش کارایی محدوده وسیعی از دستگاه های اندازه گیری مهندسی سیالات می شود، مطالعات عددی و آزمایشگاهی بسیاری برای فهم بهتر الگوی جریان در نواحی جدا شده و بازگشتی صورت گرفته است. در حضور قطاری از المانهای زبر در کف، زبری ایجاد شده به دو نوع $K (P/K > 1)$ و $d (P/K \leq 1)$ طبقه بندی شده که منجر به تولید سه نوع رژیم جریان زبر می شود. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده، در زبری نوع d ، گردابه های جدا شده حد فاصل بین المانهای زبر را پر می کنند. در زبری نوع K ، جدایی و بازگشت جریان در فاصله بین هر دو المان متوالی ایجاد شده که منجر به اندرکنش قوی بین لایه زبری و جریان خارجی می شود. در رژیم جریان بینابین این دو حالت، ناحیه جدایی با بعدی برابر فاصله بین دو المان شکل گرفته که از بازگشت جریان خارجی به کف بین دو المان جلوگیری می کند [۱].

بدلیل حضور زبری در بسیاری از کاربردهای مهندسی، توجه بسیاری در فهم ویژگیهای جریان عبوری از المانهای مستقر در کف صورت گرفته و مطالعات عددی و آزمایشگاهی قابل توجهی انجام شده است. سه نوع رژیم جریان معرفی شده پیرامون المانهای زبر دو بعدی توسط Khan و همکاران در سال ۲۰۰۶ مورد بررسی قرار گرفته است [۲]. در سال ۲۰۰۷، میدان سرعت، پروفیل سطح آب و فشار کف پیرامون المانهای مربعی با نسبت فاصله به بعد المان ۱۶-۱ توسط Coleman و همکاران بصورت آزمایشگاهی اندازه گیری شده است [۳]. در همین سال، به منظور بررسی اثرات تراکم زیرپها در کف بر جریان عبوری از آن، مطالعه آزمایشگاهی میدان جریان عبوری از دو نوع المان با چیدمان متوالی صورت پذیرفت [۴]. پس از آن، در سال ۲۰۰۸، از ابزارهای اندازه گیری PIV و PLIF برای تخمین الگوی جریان پیرامون المانها با سه نسبت فاصله به بعد ۸، ۱۱ و ۱۶ استفاده شد [۵]. یک سال بعد، نتایج آزمایشگاهی مربوط به خصوصیات جریان آشفته عبوری از المانهای مربعی دوبعدی توسط Roussinova و همکاران ارائه گردید [۶].