

بررسی تاثیر کسر حجمی فاز گاز در تشکیل رژیم جریان اسلاگ افقی

سحر رفیعی اصل^۱، محمدرضا انصاری^۲، نیما سامخانیانی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی مکانیک، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، rafei@modares.ac.ir

^۲ دانشیار، مهندسی مکانیک، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، mra_1330@modares.ac.ir

^۳ دانشجوی دکتری، مهندسی مکانیک، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، nima.samkhaniani@modares.ac.ir

چکیده

در مطالعه حاضر با شبیه‌سازی عددی جریان دو فازی در کانال افقی توسط نرم‌افزار متن‌باز اپن‌فوم، با شرط مرزی سرعت ثابت برای ورودی و شرط مرزی فشار ثابت برای خروجی، به بررسی این موضوع پرداخته شده است که با افزایش کسر حجمی فاز گاز، زمان تشکیل رژیم جریان اسلاگ و همچنین مکان تشکیل اسلاگ با چه نسبتی رشد می‌کند، همچنین بررسی شده است که برای کسر حجمی‌های مختلف با افزایش سرعت فاز گاز مکان تشکیل اسلاگ به چه صورتی تغییر می‌کند. همچنین طول اسلاگ‌های تشکیل شده برای کسر حجمی‌های مختلف بررسی شده و با مقایسه طول اسلاگ تشکیل شده برای دو زمان مختلف با اختلاف زمانی (S) ۰/۱ در کسر حجمی ۰/۵ مشاهده شده است که نسبت طول اسلاگ تقریباً دو برابر شده است. سطح مشترک بین دو فاز از روش حجم سیال (VOF) تعقیب شده است. همچنین برای اثبات درستی شبیه‌سازی عددی به صحت-سنجی مدل‌سازی با کارهای انجام شده معتبر قبلی پرداخته شده است.

واژه‌های کلیدی

جریان دو فازی، رژیم جریان اسلاگ، طول اسلاگ، مکان تشکیل اسلاگ

مقدمه

جریان هم‌زمان فازهای گاز و مایع در موارد بسیاری از تجهیزات تکنولوژیکی، به‌عنوان مثال بویلرها، راکتورها و خطوط انتقال نفت و گاز رخ می‌دهد. اکثریت تحقیقات انجام شده در زمینه این جریان‌ها را لوله‌هایی با قطر کوچک‌تر (۲/۵ تا ۵/۰۸ cm) تشکیل می‌دهد. مطالعات کمتری برای لوله‌های با قطر بزرگتر انجام شده است. با این حال اکثر تجهیزات صنعتی برای انتقال نفت و گاز نیازمند خط لوله-هایی با قطر بزرگتر هستند. در زمان طراحی خط لوله و مخازن، پیش‌بینی رژیم جریان اسلاگ^۱ مهم است. رژیم جریان اسلاگ که در محدوده وسیعی از نرخ‌های جریان گاز و مایع رخ می‌دهد، یک رژیم جریان بسیار متناوب است که جریان حباب‌های گازی بزرگی همراه

با لخته‌های از فاز مایع به صورت فرکانسی، نوسان می‌کنند (فابر و لین [۱]، وودز و همکاران [۲]).

در لوله‌های افقی (که موضوع این مقاله می‌باشد)، رژیم جریان اسلاگ می‌تواند از طریق دو مکانیزم اصلی تولید شود: رشد طبیعی ناپایداری هیدرودینامیکی، تجمع فاز مایع به علت عدم تعادل بین نیروهای فشار و گرانشی [۳].

مدل‌های مکانیکی برای هیدرودینامیک جریان اسلاگ نیازمند اطلاعات ورودی از کسر حجمی فازها برای شروع محاسبات می‌باشد (داکلو و هوارد [۴]، گرجی و همکاران [۵]). بنابراین بررسی تاثیر کسر حجمی در زمان و مکان شروع رژیم جریان اسلاگ از مطالعات اساسی می‌باشد، که تحقیقات زیادی برای لوله‌های با قطر بزرگتر صورت نگرفته است. در این مقاله با شبیه‌سازی عددی جریان دو فازی در کانال افقی توسط نرم‌افزار متن‌باز اپن‌فوم^۲، هدف بررسی این موضوع می‌باشد که با افزایش کسر حجمی فاز گاز، زمان تشکیل اسلاگ و همچنین مکان تشکیل اسلاگ با چه نسبتی رشد می‌کند، همچنین بررسی شده است که برای کسر حجمی‌های مختلف با افزایش سرعت فاز گاز مکان تشکیل اسلاگ به چه صورتی تغییر می‌کند.

برای طراحی خطوط لوله توزیع طول اسلاگ برای طراحی و استفاده از تجهیزات پایین دست موضوع مهمی می‌باشد. با این حال به دلیل طبیعت گذرا و ناپایای آن، پیش‌بینی پارامترهای رژیم جریان اسلاگ، به‌خصوص تعیین طول لخته مایع در رژیم جریان اسلاگ به چالش بزرگی برای مهندسان تبدیل شده است [۶]. برای همین منظور در مطالعه حاضر به بررسی طول لخته‌های مایع تشکیل شده نسبت به کسر حجمی‌های مختلف برای دو زمان متفاوت پرداخته شده است.

فیزیک پدیده اسلاگ

زمانی که گاز با سرعت زیاد بر سطح مایع موجی جریان یابد، علاوه بر اثر برنولی [۷]، نیروی برای آیرودینامیکی ناشی از تغییر فشار بر موج به‌عنوان عامل ناپایدار کننده کافی است. این موضوع به‌عنوان ناپایداری کلونین-هلمهولتز^۳ شناخته می‌شود.

^۲ OpenFoam

^۳ Kelvin-helmholts

^۱ Slug Flow Regime