۱۳۸۲ /۲/ ۳۰

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک

دانشکده فنی
گروه مهندسی مکانیک

پایان‌نامه:
برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مکانیک
گرایش تبدیل انرژی

عنوان:

مطالعه تجربی جریان دوفازی آب و هوا در کانال افقی با مقطع مستطیلی عریض

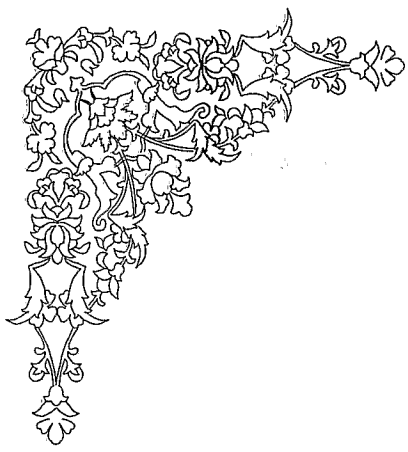
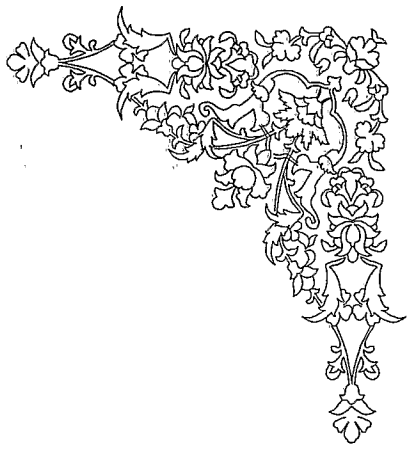
استاد راهنما:
دکتر اسماعیل اسماعیل‌زاده

استاد مشاور:
دکتر حبیب امین‌فر

پژوهشگر:
محسن حسینی

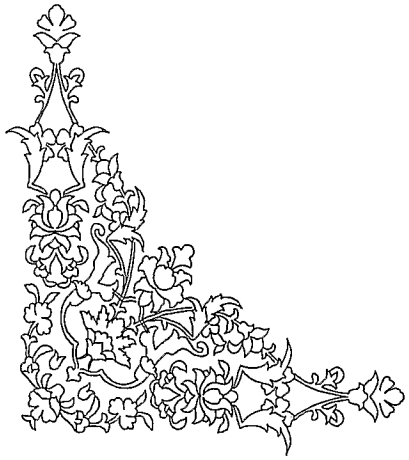
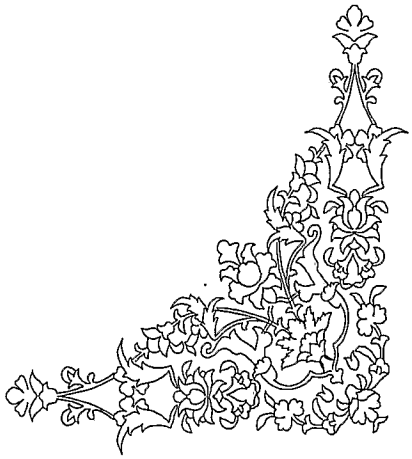
بهمن ۱۳۸۱

٤٥٨٢٨

ن والقلم
و ما یسطرون

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

نام خانوادگی دانشجو: **حسینی** نام: **محسن**

عنوان پایان‌نامه: **مطالعه تجربی جریان دوفازی آب و هوا در کانال افقی با مقطع مستطیلی عریض**

استاد راهنما: **دکتر اسماعیل اسماعیل‌زاده**

استاد مشاور: **دکتر حبیب امین‌فر**

مقطع تحصیلی: **کارشناسی ارشد** رشته: **مهندسی مکانیک**

گرایش: **تبدیل انرژی** دانشگاه: **تبریز** دانشکده: **فنی**

تاریخ فارغ‌التحصیلی: **بهمن ۱۳۸۱** تعداد صفحه: **۸۹**

کلید واژه‌ها: **الگوهای جریان؛ جریان مطبق؛ اسلاگ؛ افت فشار دوفاز؛ ناپایداری فصل مشترک.**

چکیده:

جریان دوفازی به‌طور وسیعی در صنایع پتروشیمی، فرآیندهای شیمیایی، سیستمهای تولید بخار و طراحی رآکتورهای هسته‌ای کاربرد دارد. برحسب تلفیق فازها، الگوهای متفاوتی حاصل می‌شود که دانستن این الگوها در طراحی تجهیزات، ضروری می‌باشد.

در تحقیق حاضر به بررسی جریان در کانال افقی با مقطع مستطیلی می‌پردازیم و نتایج حاصل را با مطالعات موجود در این زمینه، مقایسه می‌کنیم. در این بررسی، روشهای مختلف تخمین افت فشار، مورد ارزیابی قرار گرفته اند. براساس مقایسات انجام شده با نتایج تجربی، مشاهده شد که تخمین افت فشار دوفاز با استفاده از تعادل نیروها در مجموعه فازها، نسبت به محاسبه آن به وسیله روابط پیشنهاد شده برای ضریب اصطکاک فصل مشترک، نتایج بهتری می‌دهد.

ادامه چکیده پایان‌نامه:

همچنین یک نقشه الگوی جریان که به صورت تجربی بدست آمده است، ارائه شده وگذار از الگوی مطبق با مطالعات تئوری و تجربی موجود، و نیز با نتایج جریان در داخل لوله مدور، مقایسه شده است. مشاهده شد که گذار از الگوی مطبق، به شکل هندسی مقطع نیز بستگی دارد. همچنین رابطه تئوری پیشنهاد شده توسط فونادا و جوزف، انتقال مذکور را به خوبی پیش‌بینی می‌کند.

عنوان	صفحه

مقدمه----------۱

فصل اول: بررسی منابع و پیشینه پژوهش

۱-۱-الگوهای جریان----------۴

۱-۲-معادلات اساسی----------۶

۱-۲-۱-بقای جرم----------۷

۱-۲-۲-بقای ممنتوم----------۹

۱-۳-مدلهای تحلیل جریان----------۹

۱-۳-۱-مدل همگن----------۹

۱-۳-۲-مدل جریان مجزا----------۱۱

۱-۳-۲-۱-مدلهای تکفاز----------۱۱

۱-۳-۲-۲-مدلهای مجزای مارتینلی----------۱۱

۱-۳-۳-مدلهای دوسیاله، شامل تغییر فصل مشترک----------۱۲

۱-۳-۴-مدلهای پدیدارشناختی----------۱۲

۱-۴-جریان مطبق----------۱۳

۱-۴-۱-معادلات اساسی----------۱۳

۱-۴-۲-کسر حجمی مایع----------۱۸

۱-۵-ناپایداریهای فصل مشترک و گذار از جریان مطبق----------۱۹

عنوان	صفحه

۱-۵-۱-انتقال به مدلهای حلقوی-غباری و جریان موجی----------۲۱

۱-۵-۲-امواج فصل مشترک----------۲۲

۱-۵-۳-ناپایداری جریان مطبق----------۲۳

فصل دوم: مواد و روشها

۲-۱-تحلیل نظری----------۲۹

۲-۲-تجهیزات آزمایشگاهی----------۳۴

۲-۲-۱-دستگاه آزمایش----------۳۵

۲-۳-تحلیل تجربی----------۳۸

۲-۳-۱-نحوه انجام آزمایشات----------۳۸

۲-۳-۲-مشاهده و آزمایش----------۳۹

۲-۳-۲-۱-شیپوره با قطر ۱۰ میلیمتر----------۳۹

۲-۳-۲-۲-شیپوره با قطر پنج میلیمتر----------۴۱

۲-۳-۳-تخمین خطای اندازه‌گیری----------۴۳

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱-نتایج نظری----------۴۷

۳-۲-نتایج تجربی----------۵۴

۳-۳-نتیجه‌گیری----------۶۵

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک

عنوان	صفحه

۳-۴-پیشنهادها---------- ۶۶

ضمائم

ضمیمه A ---------- ۶۸

ضمیمه B ---------- ۷۵

مراجع---------- ۸۸

مقدمه

جریان همزمان گاز-مایع به‌طور گسترده‌ای در صنایع مختلف، از قبیل صنایع نفتی، هسته‌ای و شیمیایی رخ می‌دهد. با جریان گاز-مایع در فرآیندهای جوشش و چگالش و همچنین خطوط لوله حامل نفت یا گاز، مواجه هستیم.

الگوی جریان مطبق[1] کاربردهای زیادی، ازجمله بازیافت رگه‌های نفتی در سفره‌های محبوس بین تخته‌سنگها می‌تواند داشته باشد. برای این منظور، گاز طبیعی را با فشار بین تخته‌سنگها تزریق می‌کنند.

مجراهای مستطیلی عریض، تحت الگوهای جریان حلقوی[2] و جریان مطبق، کاربرد فراوانی در سیستمهای انتقال دوفازی و نیز تأسیسات نیروگاههای تولید انرژی، همانند رآکتورهای هسته‌ای، توربینهای بخار، چگالنده‌ها و فرآیندهای شیمیایی دارند.

یکی از اهداف این پژوهش، تخمین افت فشار دوفازی و مقایسه آن با نتایج تجربی است. همچنین مشاهده الگوهای جریانی که ممکن است در کانال مستطیلی شکل‌گیرد، مدنظر قرار دارد. در ادامه، ناپایداریهای فصل مشترک دو فاز و گذار از الگوی مطبق مورد بررسی قرار خواهد گرفت و در پایان، نتایج بدست آمده با مطالعات تجربی و نظری موجود، مقایسه می‌شود.

این پایان‌نامه مشتمل بر سه فصل و یک ضمیمه می‌باشد. در فصل اول، کلیاتی در مورد جریانهای دوفازی، شامل الگوهای جریان، روابط هیدرودینامیک، و گذار الگوها ارائه می‌گردد. در این فصل، به بررسی منابع موجود در زمینه جریانهای دوفازی و کارهای انجام گرفته در این زمینه می‌پردازیم.

فصل دوم، به تحلیل تئوری و تجربی موضوع این پایان‌نامه اختصاص دارد. در این فصل، به شرح تجهیزات آزمایشگاهی می‌پردازیم. همچنین روابط تئوری بدست آمده و نیز مشاهدات انجام گرفته، ارائه می‌گردد.

---

1. Stratified flow
2. Annular flow

در فصل سوم، به بحث در مورد نتایج تئوری و تجربی می‌پردازیم. در این فصل، جداول و منحنیهای حاصل از اندازه‌گیریها و محاسبات تئوری و تجربی ارائه می‌شود و حاصل کار، با مطالعات تئوری و تجربی موجود مقایسه می‌گردد.

ضمیمه پایان‌نامه شامل دو قسمت است؛ در قسمت A، برنامه‌ای به زبان MATLAB ارائه می‌شود که محاسبات تئوری این پایان‌نامه را شامل می‌شود. با تعیین مقادیر نرخ حجمی آب و مقادیر فشار ورودی هوا به‌عنوان ورودیهای برنامه، می‌توان مقادیر افت فشار تکفاز و دوفاز، تنشهای برشی در دیواره‌ها، ضرایب اصطکاک تکفاز و دوفاز، و کلیه پارامترهای لازم در محاسبات را بدست آورد.

در ضمیمه B نیز عکسهای مربوط به دستگاه آزمایش درج شده است که جهت آشنایی بیشتر ارائه شده است.

پیش از هرچیز، لازم می‌دانم از زحمات کلیه عزیزانی که مرا در پیشبرد این مجموعه یاری نمودند، کمال تشکر و قدردانی را بجای آورم. به‌ویژه از اساتید بزرگوار خود، آقایان، دکتر اسماعیل اسماعیل‌زاده و دکتر حبیب امین‌فر که صبورانه کاستیهای اینجانب را تحمل کردند و در امر آموزش نهایت صبر و حوصله را به خرج دادند، صمیمانه تشکر می‌نمایم.

محسن حسینی

بهمن ۸۱

فصل اول

بررسی منابع
و
پیشینه پژوهش

۱-۱-الگوهای جریان[1]

هنگامی که دو فاز به طور همزمان در یک کانال جریان می یابند، اشکال مختلفی به خود می‌گیرند که به آنها الگوهای جریان می‌گویند. هرکجا تغییر عمده‌ای در هندسه فصل مشترک گاز-مایع رخ دهد، انتقال از یک الگو به الگوی دیگر صورت می‌گیرد. با توجه به این که مبحث این پایان‌نامه به کانالهای افقی مربوط می شود، به بحث در مورد کانالهای عمودی و شیبدار نمی‌پردازیم.

مدلهای جریان مشاهده شده در جریان دوفاز هم جهت در کانالهای لوله‌ای افقی و شیبدار به دلیل عدم تقارنی که از جاذبه ناشی می‌شود، پیچیده هستند. مدلهایی که در حالت کلی پذیرفته شده‌اند، توسط هویت[2] (۱۹۸۲) در شکل(۱-۱) نشان داده شده‌اند [۱]. این مدلها عبارتند از:

۱) جریان حبابی پراکنده[3]:

در این مدل، حبابها در فاز مایع پراکنده می‌شوند؛ در جریان افقی، این حبابها تمایل دارند که نزدیک قسمت فوقانی لوله تجمع کنند.

۲) جریان مطبق:

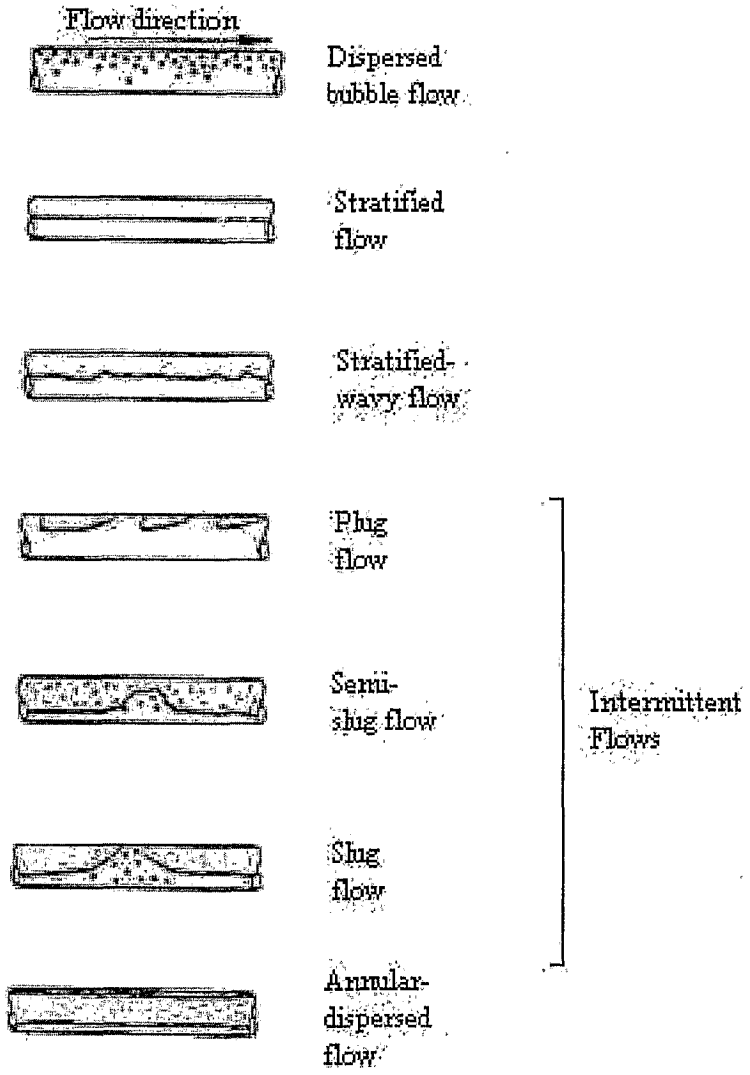
در این مدل، فازها توسط نیروی جاذبه کاملاً از هم جدا می‌شوند، به طوری که مایع در ته لوله و گاز در قسمت بالای لوله جریان می‌یابد.

۳) جریان مطبق-موجی[4]:

در سرعتهای بالاتر گاز، امواج در فصل مشترک مایع-گاز تشکیل می‌شوند و رژیم جریان موجی[5] یا مطبق-موجی حاصل می‌شود.

---

1. Flow patterns
2. Hewitt
3. Dispersed bubble flow
4. Stratified-wavy flow
5. Wavy flow



شکل۱-۱ الگوهای جریان در جریانهای افقی [۱]

۴) جریانهای نوبه‌ای[1]:

اگرچه غالباً مناسب است که جریانهای نوبه‌ای به صورت یک نوع واحد بررسی شوند، اما برای سهولت، آن را به سه زیر مجموعه تقسیم می‌کنیم:

الف) جریان پلاگ[2]:

در این مدل، حبابهای گلوله‌ای مشاهده می‌شوند که تمایل دارند در موقعیت نزدیک به قسمت بالایی لوله حرکت کنند.

ب) جریان نیمه اسلاگ[3]:

در این مدل، اسلاگها روی سطح لایه مطبق در ته لوله شکل موج به خود می‌گیرند، ولی با قسمت بالایی لوله تماس پیدا نمی‌کنند.

ج) جریان اسلاگ[4]:

افزایش بیشتر سرعت گاز، سبب برچیده شدن امواج در فصل مشترک و تشکیل اسلاگ می‌گردد. این اسلاگها در طول کانال در یک سرعت **بالا** پخش می‌شوند. سطح بالایی لوله، پشت موج، توسط فیلم باقیمانده، تر می‌شود.

۵) جریان حلقوی:

با افزایش بیشتر سرعت گاز، یک هسته گازی با فیلم مایع در اطراف آن تشکیل می‌شود. فیلم مایع ممکن است در کل محیط لوله پیوسته باشد یا نباشد، اما در قسمت پایین لوله ضخیمتر است.

۱-۲-معادلات اساسی

در جریان دوفاز یک بعدی، بدون تغییرات فصل مشترک، معادلات اساسی که برای مدلسازی سیستمهای جریان دوفازی بکار می‌رود، عبارتند از معادلات جرم، ممنتوم و انرژی. از آنجا که انتقال

1. Intermittent flows
2. Plug flow
3. Semi-slug flow
4. Slug flow

حرارت در حیطه بحث حاضر قرار نمی‌گیرد، تنها معادلات جرم و ممنتوم را بکار می‌بریم. این معادلات را می‌توان برای مخلوط دوفاز و یا برای هر فاز بطور جداگانه نوشت. برای این منظور، ابتدا سرعت متوسط فازها را به صورت زیر تعریف می‌کنیم:

$$\bar{u} = \frac{1}{A}\int_A u dA \qquad (۱-۱)$$

که در آن A سطح مقطع کانال است.

۱-۲-۱-بقای جرم

معادله پیوستگی برای کانال افقی شکل(۱-۲) عبارت است از:

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\int_A \rho dA\right) + \frac{\partial}{\partial x}\left(\int_A \rho u dA\right) = 0 \qquad (۱-۲)$$

از جمله پارامترهای لازم برای محاسبه افت فشار دوفاز، کسر حجمی گاز[1] (α) می‌باشد که به صورت زیر تعریف می شود:

$$\alpha = \frac{A_G}{A_L + A_G} = \frac{A_G}{A} \qquad (۱-۳)$$

زیرنویسهای G و L به ترتیب معرف گاز و مایع هستند. با استفاده از پارامتر مذکور، چگالی متوسط دوفاز را می‌توان به شکل زیر بیان کرد:

$$\bar{\rho} = \rho_G \alpha + \rho_L (1-\alpha) \qquad (۱-۴)$$

عبارت $(1-\alpha)$ که در فصلهای بعدی با H_L نمایش داده می‌شود، کسر حجمی مایع[2] نامیده می‌شود. لازم به ذکر است که پارامترهای α و H_L ، کمیتهای متوسط هستند.

---

1. Void fraction
2. Liquid Holdup