

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

آقای رضا قیصری پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان بررسی آزمایشگاهی اثر چیدمان و هندسه ی خان بر روی الگوهای جریان دو فازي آب و هوا در کانال های افقی در تاریخ ۱۳۹۰/۱۱/۵ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
استاد راهنما	دکتر محمد رضا انصاری	دانشیار	رضا قیصری
استاد ناظر	دکتر مهدی معرفت	دانشیار	[Signature]
استاد ناظر	دکتر کورنث مظاهری	استاد	[Signature]
استاد ناظر	دکتر محمد علی افغان بهابادی	استاد	[Signature]
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر کورنث مظاهری	استاد	[Signature]

... به عنوان نسخه نهایی پایان نامه / رساله مورد تایید است.

اعضای استاد راهنما: **محمد رضا قیصری**

در مورد نتایج پژوهشهای علمی+دستورالعمل حق مالکیت مادی و معنوی

دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسان‌ها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهش‌های علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرح‌های تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

- ماده ۱-** حقوق مادی و معنوی پایان‌نامه‌ها / رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.
- ماده ۲-** انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشد.
- تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.
- ماده ۳-** انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان‌نامه / رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین‌نامه‌های مصوب انجام می‌شود.
- ماده ۴-** ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.
- ماده ۵-** این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم‌الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری می‌شود.

نام و نام خانوادگی: **رضا قیصری**

Reza Ghaisari

امضاء

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیت های علمی-پژوهشی دانشگاه است، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده در رشته **مهندسی مکانیک** است که در سال **۱۳۹۰** در دانشکده **فنی و مهندسی** دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای **دکتر محمدرضا انصاری** از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتاب های عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶: اینجانب **رضا قیصری** دانشجوی رشته **مهندسی مکانیک** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: **رضا قیصری**



دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد

مهندسی مکانیک- گرایش تبدیل انرژی

بررسی آزمایشگاهی اثر چیدمان و هندسهٔ ریب بر روی الگوی های جریان دو فازی آب و هوا در کانال های افقی

نام دانشجو

رضا قیصری

استاد راهنما

دکتر محمد رضا انصاری

زمستان ۱۳۹۰

تقدیم به عالیجنابان زندگیم

مادر و پدر عزیزم
پاپا

و به خواهران و برادران نازنینم که دوست تر از جان می دارمشان

تقدیر و تشکر

زحمات استاد کرامت‌قدر، جناب آقای دکتر محمد رضا انصاری که در طول مسیر انجام این پژوهش همواره

یاری، بخش من بود را قدر می‌دانم و کمال تشکر را از ایشان دارم.

چکیده

در این پایان‌نامه نتایج حاصل از آزمایش‌های انجام شده بر روی تاثیر چیدمان و هندسه ریب بر روی الگوهای جریان دو فازی در کانال افقی با سطح مقطع مستطیلی ارائه و تحلیل شده‌اند. تمام آزمایش‌ها در آزمایشگاه جریان چندفازی دانشگاه تربیت مدرس انجام شده‌اند. در این پژوهش از ریب‌هایی با ضخامت ۲، ۴ و ۸ میلی‌متر با گام‌های ریب‌گذاری متغیر بین ۴۰-۶/۲۵ میلی‌متر استفاده شده‌است. تمام حالات ریب‌گذاری در دو شرایط مختلف ریب‌گذاری بر روی دیواره‌های جانبی و ریب‌گذاری بر روی هر چهار دیواره مورد آزمایش قرار گرفته‌اند. الگوهای جریان دوفازی مشاهده شده در حین آزمایش در کانال بدون ریب و با ریب‌های متفاوت معرفی شده و عکس‌های تهیه شده از آنها در حالات مختلف ریب‌گذاری و در سرعت‌های مختلف نشان داده شده‌اند. رژیم‌های مشاهده شده در حین آزمایش‌ها شامل رژیم‌های توپی، لخته‌ای و موجی می‌شوند. نقشه‌های رژیم جریان برای هر کدام از هجده حالت آزمایش شده ارائه شده و آنگاه با دو معیار متفاوت، ثابت بودن گام ریب‌گذاری و تغییر در ضخامت ریب‌ها و ثابت بودن ضخامت ریب‌ها و تغییر در گام ریب‌گذاری مقایسه شده‌اند. نتایج اصلی بدست آمده از مقایسه‌ها نشان دهنده افزایش ناحیه رژیم لخته‌ای و توپی و کاهش ناحیه رژیم موجی با افزایش گام ریب‌گذاری‌ها می‌باشد. افزایش گام ریب‌گذاری بطور کلی موجب افزایش ناحیه رژیم لخته‌ای و کاهش ناحیه رژیم توپی و موجی می‌شود.

کلید واژه: جریان دو فازی، الگوی جریان، نقشه جریان، ریب‌گذاری، خط گذار

فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان

۱	فصل اول: مفاهیم و تعاریف پایه در جریان دوفازی
۱-۱-۱	مقدمه
۲	۱-۲- مفاهیم پایه جریان دوفازی
۵	۱-۳- رژیم‌های جریان دوفازی در کانال‌های افقی
۸	۱-۵- نقشه‌های رژیم جریان در کانال‌های افقی
۹	۱-۶- نقشه‌های رژیم جریان در کانال‌های عمودی
۱۰	۱-۷- نتیجه‌گیری
۱۱	فصل دوم: بررسی منابع و پیشینه پژوهش
۱۲	۱-۲- مقدمه
۱۳	۲-۲- پیشینه پژوهش در کانال‌های مستطیلی افقی
۲۳	۳-۲- پیشینه پژوهش در کانال‌های ریب‌دار
۳۶	۴-۲- نتیجه‌گیری
۳۷	۳- فصل سوم: روش انجام پژوهش
۳۸	۱-۳- مقدمه
۳۹	۲-۳- دلیل انتخاب روش آزمایشگاهی
۴۰	۳-۳- سیستم کلی آزمایشی جریان دوفازی
۴۳	۳-۴- خط تأمین هوا
۴۵	۳-۵- خط تأمین آب
۴۷	۳-۸- ریب‌گذاری و صفحات ریب‌دار
۴۸	۳-۹- سیستم اندازه‌گیری
۵۰	۳-۱۱- چگونگی انجام آزمایش
۵۰	۳-۱۳- نتیجه‌گیری

۴- فصل چهارم: بحث و نتیجه‌گیری	۵۱
۴-۱- مقدمه	۵۲
۴-۲- چیدمان و هندسهٔ حالت‌های آزمایش شده	۵۳
۴-۳- الگوهای جریان در کانال افقی بدون ریب و ریب‌دار	۵۴
۴-۴- نقشه الگوی جریان در کانال بدون ریب	۵۹
۴-۵- نقشه‌های الگوی جریان در کانال ریب‌گذاری شده در دیواره‌های جانبی	۶۰
۴-۵-۱- معیارهای ارائه نتایج و دسته بندی نقشه‌های رژیم جریان	۶۰
۴-۶- نقشه‌های رژیم جریان در ریب‌گذاری دیواره‌های جانبی با ثابت نگه داشتن پهنای ریب‌ها و تغییر ضخامت ریب‌ها	۶۱
۴-۶-۱- نقشه رژیم جریان برای ریب‌گذاری دیواره‌های جانبی با پهنای ۱۰ و ضخامت ۲ میلی‌متر	۶۱
۴-۶-۲- نقشه رژیم جریان برای ریب‌گذاری دیواره‌های جانبی با پهنای ۱۰ و ضخامت ۴ میلی‌متر	۶۲
۴-۶-۳- نقشه رژیم جریان برای ریب‌گذاری دیواره‌های جانبی با پهنای ۱۰ و ضخامت ۸ میلی‌متر	۶۲
۴-۶-۴- مقایسه نقشه‌های رژیم جریان در ریب‌گذاری دیواره‌های جانبی با پهنای ۱۰ و ضخامت‌های ۲، ۴ و ۸ میلی‌متر	۶۳
۴-۶-۵- نقشه رژیم جریان برای ریب‌گذاری دیواره‌های جانبی با پهنای ۲۰ و ضخامت ۲ میلی‌متر	۶۵
۴-۶-۶- نقشه رژیم جریان برای ریب‌گذاری دیواره‌های جانبی با پهنای ۲۰ و ضخامت ۴ میلی‌متر	۶۵
۴-۶-۷- نقشه رژیم جریان برای ریب‌گذاری دیواره‌های جانبی با پهنای ۲۰ و ضخامت ۸ میلی‌متر	۶۶
۴-۶-۸- مقایسه نقشه‌های رژیم جریان در ریب‌گذاری دیواره‌های جانبی با پهنای ۲۰ و ضخامت‌های ۲، ۴ و ۸ میلی‌متر	۶۷
۴-۶-۹- نقشه رژیم جریان برای ریب‌گذاری دیواره‌های جانبی با پهنای ۴۰ و ضخامت ۲ میلی‌متر	۶۸
۴-۶-۱۰- نقشه رژیم جریان برای ریب‌گذاری دیواره‌های جانبی با پهنای ۴۰ و ضخامت ۴ میلی‌متر	۶۹
۴-۶-۱۱- نقشه رژیم جریان برای ریب‌گذاری دیواره‌های جانبی با پهنای ۴۰ و ضخامت ۸ میلی‌متر	۷۰

- ۴-۶-۱۲- مقایسه نقشه‌های رژیم جریان در ریب‌گذاری دیواره‌های جانبی با پهناهای ۴۰ و ضخامت‌های ۲، ۴ و ۸ میلی‌متر ۷۱
- ۴-۷-۷- نقشه‌های رژیم‌های جریان در ریب‌گذاری دیواره‌های جانبی با ثابت نگه داشتن ضخامت و تغییر در گام ریب‌گذاری ۷۲
- ۴-۷-۱- مقایسه نقشه‌های رژیم جریان در ریب‌گذاری دیواره‌های جانبی با ضخامت ۲ و پهناهای ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی‌متر ۷۲
- ۴-۷-۲- مقایسه نقشه‌های رژیم جریان در ریب‌گذاری دیواره‌های جانبی با ضخامت ۴ و پهناهای ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی‌متر ۷۴
- ۴-۷-۳- مقایسه نقشه‌های رژیم جریان در ریب‌گذاری دیواره‌های جانبی با ضخامت ۸ و پهناهای ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی‌متر ۷۵
- ۴-۸-۸- نقشه‌های الگوی جریان در کانال ریب‌گذاری شده در چهار دیواره ۷۶
- ۴-۹-۹- نقشه‌های رژیم جریان در ریب‌گذاری چهار دیواره با ثابت نگه داشتن پهناهای ریب‌ها و تغییر ضخامت آنها ۷۷
- ۴-۹-۱- نقشه رژیم جریان برای ریب‌گذاری چهار دیواره با پهناهای ۱۰ و ضخامت ۲ میلی‌متر ۷۷
- ۴-۹-۲- نقشه رژیم جریان برای ریب‌گذاری چهار دیواره با پهناهای ۱۰ و ضخامت ۴ میلی‌متر ۷۸
- ۴-۹-۳- نقشه رژیم جریان برای ریب‌گذاری چهار دیواره با پهناهای ۱۰ و ضخامت ۸ میلی‌متر ۷۹
- ۴-۹-۴- مقایسه نقشه‌های رژیم جریان در ریب‌گذاری چهار دیواره با پهنا ۱۰ و ضخامت‌های ۲، ۴ و ۸ میلی‌متر ۷۹
- ۴-۱۰-۱- نقشه رژیم جریان برای ریب‌گذاری چهار دیواره با پهناهای ۲۰ و ضخامت ۲ میلی‌متر ۸۰
- ۴-۱۰-۲- نقشه رژیم جریان برای ریب‌گذاری چهار دیواره با پهناهای ۲۰ و ضخامت ۴ میلی‌متر ۸۱
- ۴-۱۰-۳- نقشه رژیم جریان برای ریب‌گذاری چهار دیواره با پهناهای ۲۰ و ضخامت ۸ میلی‌متر ۸۲
- ۴-۱۰-۴- نقشه رژیم جریان برای ریب‌گذاری چهار دیواره با پهناهای ۲۰ و ضخامت‌های ۲، ۴ و ۸ میلی‌متر ۸۳
- ۴-۱۱-۱- نقشه رژیم جریان برای ریب‌گذاری چهار دیواره با پهناهای ۴۰ و ضخامت ۲ میلی‌متر ۸۴

۸۵	۴-۱۱-۲- نقشه رژیم جریان برای ریب گذاری چهار دیواره با پهنا ۴۰ و ضخامت ۴ میلیمتر
۸۶	۴-۱۱-۳- نقشه رژیم جریان برای ریب گذاری چهار دیواره با پهنا ۴۰ و ضخامت ۸ میلیمتر
۸۶	۴-۱۱-۴- مقایسه نقشه های رژیم جریان در ریب گذاری چهار دیواره با پهنا ۴۰ و ضخامت های ۲، ۴ و ۸ میلیمتر
۸۷	۴-۱۲-۱- نقشه های رژیم های جریان در ریب گذاری چهار دیواره با ثابت نگه داشتن ضخامت و تغییر در گام ریب گذاری
۸۸	۴-۱۲-۱- مقایسه نقشه های رژیم جریان در ریب گذاری چهار دیواره با ضخامت ۲ و پهنا های ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلیمتر
۸۸	۴-۱۲-۲- مقایسه نقشه های رژیم جریان در ریب گذاری چهار دیواره با ضخامت ۴ و پهنا های ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلیمتر
۸۹	۴-۱۲-۳- مقایسه نقشه های رژیم جریان در ریب گذاری چهار دیواره با ضخامت ۸ و پهنا های ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلیمتر
۹۰	۴-۱۳- نتیجه گیری
۹۱	۵- فصل پنجم: نتیجه گیری
۹۲	۵-۱- مقدمه
۹۳	۵-۲- نتیجه گیری
۹۴	۵-۳- پیشنهاد ادامه کار
۹۵	فهرست مراجع
۹۹	واژه نامه فارسی به انگلیسی
۱۰۰	واژه نامه انگلیسی به فارسی

فهرست اشکال

شماره صفحه

عنوان شکل

- شکل ۱-۱: رژیم لایه‌ای در کانال افقی (۱۱)..... ۶
- شکل ۲-۱: رژیم موجی در کانال افقی (۱۱)..... ۶
- شکل ۳-۱: رژیم توبی در کانال افقی (۱۱)..... ۶
- شکل ۴-۱: رژیم لخته‌ای در کانال افقی (۱۱)..... ۷
- شکل ۵-۱: رژیم حبابی در کانال افقی (۱۱)..... ۷
- شکل ۶-۱: رژیم حلقوی در کانال افقی (۱۱)..... ۷
- شکل ۷-۱: نقشه رژیم جریان در کانال افقی دایروی (۱۶)..... ۸
- شکل ۸-۱: نقشه رژیم جریان در کانال عمودی دایروی (۱۷)..... ۹
- شکل ۹-۱: نقشه رژیم جریان در کانال مستطیلی دایروی (۱۲)..... ۹
- شکل ۱۰-۱: نقشه رژیم جریان در کانال عمودی مستطیلی (۲۱)..... ۱۰
- شکل ۱-۲: نقشه رژیم جریان ارائه شده توسط ریچاردسون برای کانال مستطیلی افقی با ابعاد مقطع $۵۰/۸ \times ۲۵/۴$ و نشانه گذاری مربوط به آن (۲۱)..... ۱۴
- شکل ۲-۲: نقشه رژیم جریان ارائه شده توسط ترونپوسکی و اولبریچ برای کانال مستطیلی افقی با نسبت منظر (۲۱)۰/۱..... ۱۵
- شکل ۳-۲: نقشه رژیم جریان ارائه شده توسط ترونپوسکی و اولبریچ برای کانال مستطیلی افقی با نسبت منظر (۲۱)۲..... ۱۵
- شکل ۴-۲: نقشه رژیم جریان ارائه شده توسط وامبزگنس برای کانال مستطیلی افقی با نسبت منظر ۶ و مقایسه آن با نقشه جریان مندهین (۱۱)..... ۱۶

- شکل ۲-۵: عکس های ارائه شده توسط وامبزگنس برای رژیم های جریان مشاهده شده در نسبت منظر های ۶ و ۱۶۷/۱۱۱۰ (جهت جریان از چپ به راست)..... ۱۷
- شکل ۲-۶: نقشه رژیم جریان ارائه شده توسط ویلمارث و ایشی برای کانال مستطیلی افقی با ارتفاع ۲ میلی متر
.....(۱۷) ۱۸
- شکل ۲-۷: نمونه هایی از عکس های دیجیتالی شده، ارائه شده توسط ویلمارث و ایشی برای رژیم های جریان افقی (۱۷)..... ۱۸
- شکل ۲-۸: نقشه رژیم جریان ارائه شده توسط یون و همکاران برای کانال مستطیلی افقی با ابعاد 2×16 برای CO_2 [۳۲]..... ۱۹
- شکل ۲-۹: نقشه رژیم جریان ارائه شده توسط چن و همکاران برای کانال مستطیلی افقی با نسبت منظرهای ۱، ۲ و ۳ [۳۳]..... ۲۰
- شکل ۲-۱۰: نمونه های از عکسهای ارائه شده توسط چن و همکاران جهت نمایش انواع رژیم ها در نسبت منظرهای ۱، ۲ و ۳ [۳۳]..... ۲۰
- شکل ۲-۱۱: ریب مارپیچ با مقطع مربعی استفاده شده توسط زارنت [۳۴]..... ۲۳
- شکل ۲-۱۲: رژیم جریان های بدست آمده توسط زارنت و چارلز که بر روی نقشه ارائه شده توسط بیکر اضافه شده. منطقه ای که با خط چین محصور شده ناحیه آزمایش های انجام شده توسط زارنت و چارلز میباشد. رژیم هایی که با حروف بزرگ و مرزهای خط پر نشان داده شده اند مربوط به لوله ریب دار و حروف کوچک و مرزهای خط چین مربوط به لوله بدون ریب [۳۴]..... ۲۴
- شکل ۲-۱۳: نقشه رژیم جریان ارائه شده توسط ویس من و همکاران برای داده های زارنت و چارلز برای ارتفاع ریب 0.32 سانت متر و نسبت چرخش حلقوی 0.8 و $1/4$ [۳۵]..... ۲۵
- شکل ۲-۱۴: رژیم جریان برای لوله با قطر داخلی $2/54$ سانتی متر [۳۵]..... ۲۶
- شکل ۲-۱۵: رژیم های جریان برای لوله با قطر داخلی $5/1$ سانتی متر با ریب تک راهه [۳۵]..... ۲۷
- شکل ۲-۱۶: نقشه های جریان برای ریب دوراهه برای فرئون در ۳ و ۵ بار - مناطق هاشور خورده ناحیه گذر برای حالت ریب دار و خطوط ناحیه گذر برای حالت بدون ریب [۳۶]..... ۲۸

شکل ۲-۱۷: هندسه ریب های استفاده شده در آزمایش های کیم و همکاران [۳۷] ۲۹

شکل ۲-۱۸: نمونه رژیم های بدست آمده در چیدمان های مختلف ریب گذاری در لوله در $U_{LS} = 0.005 \frac{m}{s}$ و

۲۹ $U_{LS} = 0.06 \frac{m}{s}$ [۳۷]

شکل ۲-۱۹: نقشه های رژیم جریان برای حالات مختلف ریب گذاری ارائه شده توسط کیم و همکاران [۳۷] ۳۰

شکل ۲-۲۰: هندسه ریب های بکار رفته در آزمایش های انصاری و ارزندی در حالت یک صفحه و دو صفحه ای

[۳۸] (دید از جانب) ۳۱

شکل ۲-۲۱: نمونه رژیم های مشاهده شده توسط انصاری و ارزندی برای رژیم تویی (سمت راست) و رژیم موجی

(سمت چپ) در سرعت های مختلف [۳۸] ۳۲

شکل ۲-۲۲: نقشه های رژیم جریان ارائه شده در چیدمان های مختلف ریب گذاری برای ارتفاع های ریب ۱، ۲ و ۴

میلیمتر: ۳۳

(a) صفحه ریبدار در سمت هوا (b) صفحه ریبدار در سمت آب (c) صفحه ریبدار در هر دو سمت [۳۸] ۳۳

شکل ۳-۱: شماتیک سیستم آزمایشگاهی با منطقه آزمون افقی [۵۰] ۴۱

شکل ۳-۲: شماتیک سیستم آزمایشگاهی با منطقه آزمون عمودی [۵۱] ۴۱

شکل ۳-۳: شماتیک سیستم آزمایشگاهی پژوهش حاضر [۳۸] ۴۲

شکل ۳-۴: شماتیک مخلوط کننده [۵۲] ۴۳

شکل ۳-۵: شماتیک مخلوط کننده [۵۳] ۴۳

شکل ۳-۶: شماتیک مخلوط کننده [۵۴] ۴۳

شکل ۳-۷: شماتیک خط تامین هوا ۴۴

شکل ۳-۸: مدار خنک کاری هوا ۴۴

شکل ۳-۹: منحنی مشخصه عملکرد کمپرسور [۵۵] ۴۵

- شکل ۳-۱۰: سیکل تامین آب ۴۶
- شکل ۳-۱۱: پمپ های شماره ۱ و ۲ ۴۶
- شکل ۳-۱۲: مخازن شماره ۱ و ۲ سیکل تامین آب ۴۷
- شکل ۳-۱۳: تعدادی از ریب‌های استفاده شده در آزمایش‌ها ۴۸
- شکل ۳-۱۴: شماتیک صفحات ریب گذاری شده [۳۸] ۴۸
- شکل ۴-۱: اشکال منظم تشکیل شده بر روی سطح مشترک جریان رژیم موجی (الف) دید از جانب (ب) دید از بالا ۵۵
- شکل ۴-۲: رژیم موجی در سرعت‌های متفاوت هوا و آب در کانال ریب‌دار ۵۶
- شکل ۴-۳: رژیم تویی در سرعت های متفاوت هوا و آب در کانال ریب دار ۵۷
- شکل ۴-۴: رژیم لخته‌ای در سرعت‌های متفاوت هوا و آب در کانال ریب‌دار ۵۸
- شکل ۴-۵: نقشه الگوهای جریان در کانال افقی بدون ریب [۳۸] ۵۹
- شکل ۴-۶: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری دیواره‌های جانبی با پهنای ۱۰ و ضخامت ۲ میلی متر ۶۱
- شکل ۴-۷: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری دیواره‌های جانبی با پهنای ۱۰ و ضخامت ۴ میلی‌متر ۶۲
- شکل ۴-۸: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری دیواره‌های جانبی با پهنای ۱۰ و ضخامت ۸ میلی‌متر ۶۳
- شکل ۴-۹: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری دیواره‌های جانبی با پهنای ۱۰ و ضخامت‌های ۲، ۴ و ۸ میلی‌متر ۶۴
- شکل ۴-۱۰: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری دیواره های جانبی با پهنای ۲۰ و ضخامت ۲ میلی‌متر ۶۵
- شکل ۴-۱۱: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری دیواره های جانبی با پهنای ۲۰ و ضخامت ۴ میلی‌متر ۶۶
- شکل ۴-۱۲: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری دیواره های جانبی با پهنای ۲۰ و ضخامت ۸ میلی‌متر ۶۷
- شکل ۴-۱۳: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری دیواره های جانبی با پهنای ۲۰ و ضخامت‌های ۲، ۴ و ۸ میلی‌متر ۶۷
- شکل ۴-۱۴: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری دیواره های جانبی با پهنای ۴۰ و ضخامت ۲ میلی‌متر ۶۹
- شکل ۴-۱۵: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری دیواره های جانبی با پهنای ۴۰ و ضخامت ۴ میلی‌متر ۷۰

- شکل ۴-۱۶: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری دیواره های جانبی با پهناهای ۴۰ و ضخامت ۸ میلیمتر ۷۱
- شکل ۴-۱۷: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری دیواره های جانبی با پهناهای ۴۰ و ضخامتهای ۲، ۴ و ۸ میلیمتر ... ۷۲
- شکل ۴-۱۸: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری دیواره های جانبی با ضخامت ۲ و پهناهای ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلیمتر . ۷۳
- شکل ۴-۱۹: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری دیواره های با ضخامت ۴ و پهناهای ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلیمتر ۷۵
- شکل ۴-۲۰: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری دیواره های جانبی با ضخامت ۸ و پهناهای ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلیمتر . ۷۵
- شکل ۴-۲۱: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری چهار دیواره با پهناهای ۱۰ و ضخامت ۲ میلیمتر ۷۸
- شکل ۴-۲۲: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری چهار دیواره با پهناهای ۱۰ و ضخامت ۴ میلیمتر ۷۸
- شکل ۴-۲۲: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری چهار دیواره با پهناهای ۱۰ و ضخامت ۸ میلیمتر ۷۹
- شکل ۴-۲۳: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری چهار دیواره با پهناهای ۱۰ و ضخامتهای ۲، ۴ و ۸ میلیمتر ۸۰
- شکل ۴-۲۴: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری چهار دیواره با پهناهای ۲۰ و ضخامت ۲ میلیمتر ۸۱
- شکل ۴-۲۵: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری چهار دیواره با پهناهای ۲۰ و ضخامت ۴ میلیمتر ۸۲
- شکل ۴-۲۶: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری چهار دیواره با پهناهای ۲۰ و ضخامت ۸ میلیمتر ۸۳
- شکل ۴-۲۷: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری چهار دیواره با پهناهای ۲۰ و ضخامتهای ۲، ۴ و ۸ میلیمتر ۸۴
- شکل ۴-۲۸: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری چهار دیواره با پهناهای ۴۰ و ضخامت ۲ میلی-متر ۸۵
- شکل ۴-۲۹: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری چهار دیواره با پهناهای ۴۰ و ضخامت ۴ میلیمتر ۸۵
- شکل ۴-۳۰: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری چهار دیواره با پهناهای ۴۰ و ضخامت ۸ میلیمتر ۸۶
- شکل ۴-۳۱: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری چهار دیواره با پهناهای ۴۰ و ضخامتهای ۲، ۴ و ۸ میلیمتر ۸۷
- شکل ۴-۳۲: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری چهار دیواره با ضخامت ۲ و پهناهای ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلیمتر ۸۸
- شکل ۴-۳۳: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری چهار دیواره با ضخامت ۴ و پهناهای ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلیمتر ۸۹
- شکل ۴-۳۴: نقشه رژیم جریان در ریب‌گذاری چهار دیواره با ضخامت ۸ و پهناهای ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی متر ۹۰

فهرست جداول

شماره صفحه

عنوان جدول

جدول ۱-۲: تحقیقات صورت گرفته بر روی الگوهای جریان دوفازی در کانال‌های افقی با مقطع مستطیلی	۲۱
جدول ۲-۲: تحقیقات صورت گرفته بر روی الگوهای جریان دوفازی در حالت ریب‌دار در کانال‌های افقی و عمودی	۳۴
جدول ۱-۳: برخی از متداول‌ترین روش‌های تعیین الگوهای جریان در رژیم دوفازی.....	۳۹
جدول ۲-۳: مشخصات ریب‌ها و گام آنها در آزمایش‌های مختلف	۴۸
جدول ۳-۳: عدم قطعیت در اندازه‌گیری‌های دبی سنج هوا	۴۹
جدول ۴-۳: عدم قطعیت در اندازه‌گیری‌های دبی سنج آب	۴۹
جدول ۱-۴: حالت‌های گوناگون هندسه و چیدمان ریب‌ها مورد آزمایش در این پژوهش	۵۳
جدول ۲-۴: محدوده متغیرهای مورد آزمایش در این مطالعه.....	۵۳
جدول ۳-۴: نمونه جدول داده برداری در آزمایش‌ها	۵۴

فهرست علائم و نشانه ها

عنوان	واحد	علامت اختصاری
مساحت	m^2	A
قطر هیدرولیکی	m	D_h
قطر ریب دایروی	m	d
ضخامت ریب	m	e
فرکانس	Hz	F
شار جرمی	$\frac{kg}{m^2 s}$	G
ارتفاع کانال	m	H
سرعت ظاهری فاز	$\frac{m}{s}$	J
دبی جرمی	$\frac{kg}{s}$	\dot{m}
گام ریب‌گذاری	m	P
دبی حجمی	$\frac{m^3}{s}$	Q
عدد رینولدز		Re
نسبت لغزش	-	S
سرعت فاز	$\frac{m}{s}$	u
پهنای ریب	m	w
پهنای کانال	m	W
کیفیت	-	x
نسبت چرخش حلقوی	-	y

نشانه های یونانی

کسر تهی		α
کسر مایع		ε
چگالی	$\frac{kg}{m^3}$	ρ

علائم زیرنویس

گاز		G
مایع		L
پارامتر ظاهری		s
پارامتر حجمی		V

فصل اول:

مفاهیم و تعاریف پایه در جریان

دوفازی

Chapter One

***Basic Concepts and Definitions of
Two-phase Flow***