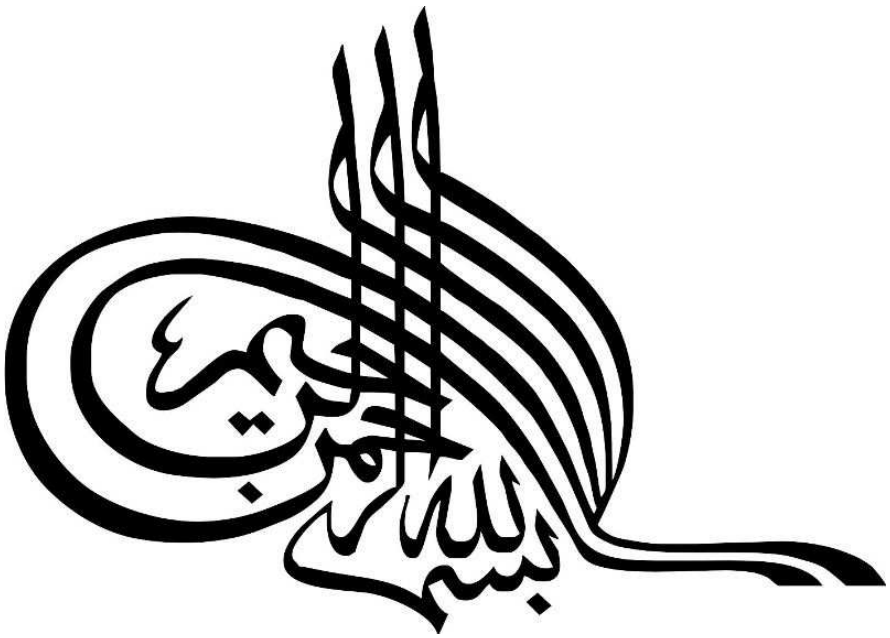

بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده مهندسی علوم آب

گروه سازه های آبی

پایان نامه کارشناسی ارشد

عنوان :

بررسی پارامترهای موثر بر شدت موج عمود بر جریان ناشی از موانع در مجاری روباز

نگارش :

پریسا آذین فر

استاد راهنما :

دکتر مهدی قمشی

استاد مشاور :

دکتر محمود کاشفی پور

شهریور ۱۳۸۸

نام خانوادگی : آذین فر	نام : پریسا
عنوان : بررسی پارامترهای مؤثر بر شدت موج عمود بر جریان ناشی از موانع در مجاری روباز	
استاد راهنما : دکتر مهدی قمشی	استاد مشاور : دکتر محمود کاشفی پور
درجه تحصیلی : کارشناسی ارشد	گرایش : سازه های آبی
محل تحصیل : دانشگاه شهید چمران اهواز	دانشکده : علوم آب
تاریخ فارغ التحصیلی : ۱۳۸۸/۶/۲۱	تعداد صفحات : ۱۶۹
واژه های کلیدی : امواج عمود بر جریان، ورتکس، موانع استوانه ای، طول موج، حداکثر دامنه	

چکیده:

هر جریان غیر دائمی عبارت است از حرکت یک موج که با تغییر مکان خود و بر حسب شرایط، عمق جریان یا دبی و یا هر دو را از مقطعی به مقطع دیگر و از زمانی به زمان دیگر تغییر می دهد. موج سطحی یک تغییر موقت در سطح آب است که بوسیله سیال منتشر می شود و سرعت آن سرعت انتشار چنین آشفتگی نسبت به سیال است. در یک کانال مستطیلی باز در جائیکه جریان یکنواخت و پایدار از مجموعه ای از موانع استوانه ای شکل عمودی عبور می کند، ممکن است امواج سطحی انتقالی ایجاد شود. این موانع می توانند طبیعی باشند مانند پوشش گیاهی در حریم سیل گیر رودخانه ها و نیزارها و یا می توانند سازه های ساخته شده دست بشر باشند مانند شمع های قرار گرفته درون بستر رودخانه، اسکله ها و پایه های پل. در اثر عبور سیال از این موانع، در لبه بالادست موانع لایه مرزی شکل می گیرد و در لبه پایین دست این موانع جداشدگی خط جریان اتفاق می افتد که سبب تشکیل ورتکس می شود. امواج عمودی از ایجاد نیروی متناوب و پریودیک ورتکس های تولید شده از موانع تشکیل می گردند. تولید این نیروها، موجهای انتقالی در کانال را وسعت می دهند. وجود این موانع و شرایط جریان در عبور از این موانع موجب تشکیل امواج عمود بر جریان می شود. این پدیده هم در مجاری روبسته که سیال گاز است و هم در مجاری روباز با سیال مایع بوجود می آید.

در این تحقیق تشکیل امواج عمود بر جریان در یک فلوم آزمایشگاهی بطول ۶ متر و عرض ۷۲ سانتی متر و ارتفاع ۶۰ سانتیمتر و با شیب ۰/۰۰۵ بررسی شده است. موانع موجود در مسیر جریان، استوانه های چوبی به ارتفاع ۳۵ سانتی متر و با سه قطر ۱۲، ۲۵ و ۴۰ میلیمتر می باشند. این موانع استوانه ای روی صفحات پلکسی گلاس که تمام کف فلوم را می پوشانند پیچ می شوند، بگونه ای که امکان ایجاد آرایش های زیگزاگی و ردیفی موانع با فواصل مختلف وجود دارد. کنترل جریان توسط یک دریچه کشویی که در انتهای پایین دست فلوم قرار دارد، صورت می گیرد. پس از برقراری جریان در حالتی که موانع استوانه ای مستغرق هستند هیچ نوع موجی بوجود نمی آید، با کاهش تدریجی عمق جریان موج شماره ۱ و سپس ۲ ایجاد می گردد. طول این امواج (λ) در حالت حداکثر دامنه با عرض فلوم نسبت مستقیم دارد، بگونه ای که در موج نوع اول طول موج ۲ برابر عرض فلوم و در موج نوع دوم طول موج برابر عرض فلوم می باشد.

آزمایشهای تحقیق حاضر در دو مرحله انجام شدند. در مرحله اول ۲۹ آزمایش انجام شد و برای ۲۹ آرایش مختلف دامنه حداکثر امواج تولید شد سپس در مرحله بعد و برای همین ۲۹ آرایش بعد از ایجاد دامنه حداکثر از تعداد ردیف ها بتدریج کاسته شد تا تأثیر تعداد ردیف ها بر حداکثر دامنه بررسی شود. این آزمایشها برای ۲ موج شماره ۱ و ۲ انجام شدند. بیشترین دامنه موج مشاهده شده در آزمایشهای انجام شده ۴۰ درصد عمق متوسط جریان بود که مربوط به موانع با قطر ۴۰ میلیمتر می باشد و کمترین دامنه موج مشاهده شده ۳/۲ درصد عمق متوسط جریان بود که مربوط به موانع با قطر ۱۲ میلیمتر می باشد. همچنین حداکثر عدد رینولدز موانع ۱۴۴۲۴ مربوط به قطر ۴۰ میلیمتر و حداقل عدد رینولدز موانع ۷۵۹ که مربوط به قطر ۱۲ میلیمتر می باشد. در محاسبات بعدی، با استفاده از آنالیز ابعادی رابطه بین دامنه (A) و متغیرهایی که در بوجود آمدن و اندازه آن نقش دارند بدست آمد، سپس رابطه جدیدی جهت محاسبه دامنه برای تعداد ردیف های متغیر و قطرهای مختلف موانع تعیین گردید.

تقدیم به

همسر فداکارم

و

پدر و مادر مهربانم

سپاسگزاری

در آغاز خدا را حمد و سپاس می گویم که مرا در راه تحصیل علم و دانش قرار داد و نیرویی داد تا بتوانم سختی ها را تحمل کنم و مشکلات را از پیش روی بردارم. در این مجال کوتاه تشکر و قدر دانی از افراد ذیل را بر خود واجب می دانم.

با سپاس از زحمات بی دریغ استاد عزیزم

جناب آقای دکتر مهدی قمشی

که دوستانه در به ثمر رسیدن این مطالعه راهنمای من بودند

از جناب آقای دکتر محمود کاشفی پور

که استاد مشاور من در این مطالعه بودند کمال تشکر را دارم

از داوران محترم پایان نامه

جناب آقای دکتر منوچهر فتحی مقدم و دکتر محمود بینا

که در هر چه پربار تر شدن این مطالعه نقش موثری را ایفا نمودند

و مسئول محترم آزمایشگاه جناب آقای مهندس زینی وند و مسئول محترم خدمات جناب آقای سواری که زحمات زیادی را متقبل شدند

و

از همسر، پدر، مادر، برادران و خواهران خوبم که در مراحل مختلف زندگی و در دوره های مختلف تحصیل مرا مورد حمایت و تشویقهای خود قرار داده اند قدردان و سپاسگزارم. در نهایت کمکهای ارزشمند تمامی دوستان خوبم را ارج می نهم.

پریسا آذین فر

شهریور ۱۳۸۸

فصل اول: مقدمه و هدف: صفحات ۲ تا ۷

۱-۱- امواج آب ۲

۱-۲- مشخصات امواج ۳

۱-۳- انواع حرکت موج ۵

۱-۳-۱- امواج عمود بر جریان سیالات ۵

۱-۴- هدف تحقیق حاضر ۶

۱-۵- ساختار پایان نامه ۷

فصل دوم: پیشینه تحقیق: صفحات ۸تا۱۰

۲-۱- مقدمه ۹

۲-۲- تحقیقات موجود در مورد پدیده امواج عمود بر جریان ۹

فصل سوم: تئوری امواج: صفحات ۱۱ تا ۶۶

۳-۱- مقدمه ۱۲

۳-۲- تعاریف ۱۳

۳-۲-۱- تعریف موج و محیط انتشار موج ۱۳

۳-۲-۲- خصوصیات امواج ۱۴

۳-۲-۲-۱- راستای انتشار ۱۴

۳-۲-۲-۲- راستای ارتعاش ۱۴

۳-۲-۲-۳- دامنه موج ۱۴

۳-۲-۲-۴- طول موج ۱۵

۳-۲-۲-۵- دوره تناوب ۱۵

۳-۲-۲-۶- بسامد یا فرکانس موج ۱۶

۳-۲-۲-۷- عدد موج ۱۷

۳-۲-۲-۸- سرعت موج ۱۷

۳-۲-۳- امواج طولی و عرضی ۱۸
۳-۲-۴- ویژگیهای حرکت امواج ۱۹
۳-۲-۵- امواج پیشرونده و ایستا ۲۰
۳-۲-۶- امواج خطی و غیر خطی ۲۱
۳-۲-۷- پدیده تشدید ۲۲
۳-۳- معادلات پایه موج هماهنگ ساده ۲۴
۳-۳-۱- معادلات حرکتی امواج ۲۴
۳-۳-۲- معادلات سرعت و شتاب ۲۶
۳-۳-۲- برهم نهی امواج ۲۷
۳-۳-۴- معادلات انرژی و توان ۳۰
۳-۴- تئوری امواج با دامنه کوچک ۳۱
۳-۴-۱- مقدمه ۳۱
۳-۴-۲- شرایط مرزی ۳۱
۳-۴-۳- معادلات دیفرانسیل حاکم ۳۲
۳-۴-۴- تعیین شرایط مرزی ۳۴
۳-۴-۴-۱- شرایط مرزی بستر ۳۴
۳-۴-۴-۲- شرایط مرزی سطح آزاد ۳۶
۳-۴-۴-۲-۱- شرایط مرزی سینماتیکی سطح آزاد ۳۶
۳-۴-۴-۲-۲- شرایط مرزی دینامیکی سطح آزاد ۳۷
۳-۴-۴-۳- اعمال شرایط مرزی برای امواج دو بعدی آب ۳۸
۳-۴-۵- معادلات امواج ایستا ۳۹
۳-۴-۵- معادلات امواج پیشرونده ۳۹
۳-۴-۶- میدان فشار زیر یک موج پیشرونده ۴۲
۳-۴-۶- میدان فشار زیر یک موج ایستا ۴۴
۳-۴-۷- انتقال انرژی در امواج ۴۵

۳-۴-۷-۱- مقدمه ۴۵
۳-۴-۷-۲- انرژی پتانسیل ۴۵
۳-۴-۷-۳- انرژی جنبشی ۴۸
۳-۵- امواج عمود بر جریان سیالات ۵۰
۳-۵-۱- لایه مرزی ۵۰
۳-۵-۲- جداشدگی خطوط جریان ۵۱
۳-۵-۳- نیروی مقاوم ۵۲
۳-۵-۴- دنباله ایجاد شده وتشکیل ورتکس بعد از یک مانع استوانه ای صاف ۵۲
۳-۵-۵- عدد رینولدز ۵۴
۳-۵-۶- عدد استروهال ۵۶
۳-۵-۷- مکانیسم تشکیل امواج عمود بر جریان سیالات ۵۹
۳-۵-۷-۱- الگوی جریان در نزدیکی نقطه سکون ۶۰
۳-۵-۷-۲- الگوی جریان در عبور از اطراف مجموعه موانع ۶۱
۳-۵-۸- انواع امواج عمود بر جریان ۶۳
۳-۵-۹- نوسانات آزاد ۶۴

فصل چهارم: مواد و روشها: صفحات ۶۷ تا ۷۷

۴-۱- مقدمه ۶۸
۴-۲- آماده سازی مدل آزمایشگاهی ۶۸
۴-۲-۱- آماده سازی موانع استوانه ای ۶۸
۴-۲-۲- آماده سازی صفحات پلکسی گلاس کف فلوم آزمایشگاهی ۶۹
۴-۲-۳- مشخصات فلوم آزمایشگاهی ۷۰
۴-۳-مراحل انجام آزمایشها ۷۱
۴-۳-۱- تنظیم جریان ورودی ۷۱
۴-۳-۲- نصب موانع استوانه ای در مسیر جریان ۷۳

۴-۳-۳- پارامترهای مورد نیاز در آزمایش و نحوه اندازه گیری آنها ۷۶

فصل پنجم: تحلیل داده ها: صفحات ۷۸ تا ۱۲۵

۵-۱- مقدمه ۷۹

۵-۲- آنالیز داده های آزمایشگاهی ۷۹

۵-۲-۱- دامنه امواج و تعداد ردیف ها ۷۹

۵-۳- آنالیز ابعادی ۱۱۸

۵-۳-۱- مقدمه ۱۱۸

۵-۳-۲- تحلیل ابعادی ۱۱۸

۵-۳-۳- دامنه امواج ۱۲۳

فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات: صفحات ۱۲۶ تا ۱۳۰

۶-۱- مقدمه ۱۲۷

۶-۲- مشاهدات و نتایج حاصل از تحقیق ۱۲۸

۶-۳-ارائه پیشنهادات جهت انجام مطالعات بعدی ۱۳۰

منابع و مراجع ۱۳۱

علائم بکار رفته در تحقیق ۱۳۴

پیوست ۱۳۶

عنوان صفحه

شکل ۱-۱ نمای شماتیک دو بعدی موج ۴
شکل ۳-۱ دامنه و طول موج نشان داده شده در شکل ۱۵
شکل۳-۲ دوره تناوب از نمودار تغییرات زمانی ۱۶
شکل ۳-۳ انتشار موج عرضی در محیط ۱۹
شکل ۳-۴ انتشار موج طولی در محیط ۱۹
شکل ۳-۵ جابجائی سطح آب در ارتباط با یک موج آب ایستا ۲۱
شکل ۳- ۶ مشخصات یک موج پیشرونده ۲۱
شکل ۳- ۷ تقویت دامنه نوسان متناسب با برابری فرکانس اعمال شده با فرکانس طبیعی جسم ۲۳
شکل ۳- ۸ برهم نهی دو موج سینوسی با اختلاف فاز $\frac{\pi}{2}$ ۲۹
شکل ۳-۹-الف ساختار کلی تعیین شرایط مرزی در جریان های دو بعدی ۳۲
شکل ۳-۹-ب شرایط مرزی برای امواج دو بعدی آب ۳۲
شکل ۳-۱۰ شرط مرزی بستر برای حالت دو بعدی ۳۵
شکل ۳-۱۱ تعیین سرعت موج پیشرونده ۴۲
شکل ۳-۱۲مولفه های فشار هیدرواستاتیکی و دینامیکی در موقعیت های فازی مختلف در یک موج پیشرونده ۴۴
شکل ۳-۱۳ تعریف شماتیک برای تعیین انرژی پتانسیل ۴۷
شکل ۳-۱۴ جداشدگی جریان هوا در پایین دست بال ۵۱
شکل ۳-۱۵ رژیم های جریان سیال در اعداد رینولدز متفاوت ۵۳
شکل ۳-۱۶ نمای شماتیک ورتکس در یک سمت مانع استوانه ای ۵۵
شکل ۳-۱۷ الگوی جریان در پیرامون یک مانع استوانه ای برای دو مقدار متفاوت عدد رینولدز ۵۶
شکل ۳-۱۸ رابطه بین عدد استروهال با عدد رینولدز برای یک مانع استوانه ای ۵۷
شکل ۳-۱۹ نمودار عدد استروهال برای آرایش ردیفی مجموعه موانع استوانه ای ۵۸
شکل ۳-۲۰ نمودار عدد استروهال برای آرایش زیگزاگی موانع استوانه ای ۵۹
شکل ۳-۲۱ الگوی جریان در نزدیکی نقطه سکون ۶۱
شکل ۳-۲۲ الگوی جریان در عبور از مجموعه موانع، الف) آرایش موازی موانع-ب) آرایش زیگزاگی موانع ۶۱
شکل ۳-۲۳ تاثیر فاصله طولی بین موانع روی الگوی جریان در عبور از موانع با آرایش موازی ۶۲
شکل ۳-۲۴ انواع مختلف امواج عمود بر جریان در مجاری روباز ۶۳
شکل ۳-۲۵ امواج ایستا در یک حوضچه مستطیلی ساده ۶۵
شکل ۴-۱ مشخصات هندسی موانع استوانه ای و دستگاه دریل ۶۹
شکل ۴-۲ نمایی از فلوم آزمایشگاهی ۷۰
شکل ۴-۳ نمای شماتیک از فلوم آزمایشگاهی ۷۱
شکل ۴-۴ تصویر فلومتر دیجیتالی مورد استفاده برای اندازه گیری جریان ۷۲
شکل ۴-۵ نمایی از سیستم پمپاژ و استخر موجود تامین آب ۷۲
شکل ۴-۶ آرایش موانع موازی و زیگزاگی ۷۳
شکل ۵-۱ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها ۸۶

عنوان صفحه

شکل ۵-۲ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان ۸۶
شکل۵-۳ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها ۸۷
شکل ۵-۴ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان ۸۷
شکل ۵-۵ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها ۸۸
شکل ۵-۶ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان ۸۸
شکل ۵- ۷ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها ۹۰
شکل ۳- ۸ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان ۹۰
شکل ۵- ۹ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها ۹۱
شکل ۳-۱۰ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان ۹۱
شکل ۵-۱۱- نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها ۹۲
شکل ۳-۱۲ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان ۹۲
شکل ۵-۱۳ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها ۹۳
شکل ۵-۱۴ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان ۹۳
شکل ۵-۱۵ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها ۹۴
شکل ۵-۱۶ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان ۹۴
شکل ۵-۱۷ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها ۹۶
شکل ۵-۱۸ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان ۹۶
شکل ۵-۱۹ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها ۹۷
شکل ۵-۲۰ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان ۹۷
شکل ۵-۲۱ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها ۹۸
شکل ۵-۲۲ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان ۹۸
شکل ۵-۲۳ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها ۹۹
شکل ۵-۲۴ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان ۹۹
شکل ۵-۲۵ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها ۱۰۰
شکل ۵-۲۶ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان ۱۰۰
شکل ۵-۲۷ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها ۱۰۱
شکل ۵-۲۸ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان ۱۰۱
شکل ۵-۲۹ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها ۱۰۲
شکل ۵-۳۰ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان ۱۰۲
شکل ۵-۳۱ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها ۱۰۳
شکل ۵-۳۲ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان ۱۰۳
شکل ۴-۳۳ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها ۱۰۴
شکل ۵-۳۴ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان ۱۰۴
شکل ۵-۳۵ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها ۱۰۵

عنوان
صفحه

شکل ۵-۳۶ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان..... ۱۰۵
شکل۵-۳۷ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها..... ۱۰۶
شکل ۵-۳۸ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان..... ۱۰۶
شکل ۵-۳۹ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها..... ۱۰۷
شکل ۵-۴۰ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان..... ۱۰۷
شکل ۵- ۴۱ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها..... ۱۰۸
شکل ۳- ۴۲ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان..... ۱۰۸
شکل ۵- ۴۳ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها..... ۱۰۹
شکل ۳-۴۴- نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان..... ۱۰۹
شکل ۵-۴۵- نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها..... ۱۱۰
شکل ۳-۴۶ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان..... ۱۱۰
شکل ۵-۴۷ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها..... ۱۱۱
شکل ۵-۴۸ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان..... ۱۱۱
شکل ۵-۴۹ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها..... ۱۱۲
شکل ۵-۵۰ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان..... ۱۱۲
شکل ۵-۵۱ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها..... ۱۱۳
شکل ۵-۵۲ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان..... ۱۱۳
شکل ۵-۵۳ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها..... ۱۱۴
شکل ۵-۵۴ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان..... ۱۱۴
شکل ۵-۵۵ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها..... ۱۱۵
شکل ۵-۵۶ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان..... ۱۱۵
شکل ۵-۵۷ نمودار تغییرات دامنه امواج در مقابل تغییرات تعداد ردیف ها..... ۱۱۶
شکل ۵-۵۸ نمودار دامنه بی بعد امواج در مقابل تغییرات عمق جریان..... ۱۱۶
شکل ۵-۵۹ رابطه بین A/h و T/D به ازای محدوده های مشخص شده N و P/D..... ۱۲۴
شکل ۵-۶۰ رابطه بین A/h با P/D..... ۱۲۵
شکل ۵-۶۱ رابطه بین A/h با P/D برای محدوده مشخص N..... ۱۲۶
شکل ۵-۶۲ رابطه بین نسبت بی بعد A/h با تراکم موانع (N)..... ۱۲۷
شکل ۵-۶۳ مقایسه بین (A/h) محاسبه شده از معادله پیشنهادی و (A/h) اندازه گیری شده در موج شماره (۱) ۱۲۳
شکل ۵-۶۴ مقایسه بین (A/h) محاسبه شده از معادله پیشنهادی و (A/h) اندازه گیری شده در موج شماره (۲) ۱۲۴
شکل ۵-۶۵ مقایسه بین (A/h) محاسبه شده از معادله پیشنهادی و (A/h) اندازه گیری شده در موج شماره (۱)و (۲) ۱۲۵

عنوان صفحه

جدول ۴-۱ مشخصات کلی آزمایشهای انجام شده ۷۵
جدول ۵-۱ . پارامترهای اندازه گیری شده موج (۱) در آزمایش شماره ۱ ۸۱
جدول ۵-۲ محاسبات مربوط به موج (۱) در آزمایش شماره ۱ ۸۲
جدول ۵-۳ . پارامترهای اندازه گیری شده موج (۲) در آزمایش شماره ۱ ۸۴
جدول ۵-۴ محاسبات مربوط به موج (۲) در آزمایش شماره ۱ ۸۸
جدول ۵-۵ مشخصات آرایش موانع در آزمایشهای شماره ۳ و ۲۳ ۱۱۷
جدول ۵-۶ داده های مورد نیاز برای رسم نمودار A/h در مقابل T/D ۱۲۳
جدول ۵-۷ داده های مورد نیاز برای تعیین رابطه A/h و P/D ۱۲۴
جدول ۵-۸ داده های مورد نیاز برای تعیین رابطه A/h و N ۱۲۶

فصل اول

مقدمه

۱-۱- امواج آب

وقتی که صحبت از موج به میان می آید بلافاصله به یاد امواج خروشان دریا می افتیم که به طرف ساحل می‌آیند و خود را به صخره‌ها می‌کوبند. این امواج مقادیر زیادی انرژی را از دوردستهای دریا با خود به ساحل می آورند. امواج پیوسته به طرف ساحل در حرکت هستند، لذا آب فقط در محل خود بالا و پایین، یا عقب و جلو می‌رود. اما در واقع موج فقط به همین نوع خاص امواج ختم نمی‌شود، بلکه امواج مختلفی را می توان نام برد که در زندگی روزمره خود با آنها مواجه می‌شویم، ولی بی توجه از کنار آنها عبور می‌کنیم. به عنوان نمونه می‌توان به حرکت برگهای درختان که در پاییز آرام آرام به زمین می‌افتند، تکه سنگی که به داخل آب می‌افتد و امواجی را بر سطح آب ایجاد می‌کند، امواج صوتی و هزاران نمونه دیگر اشاره کرد. بندرت می توان دید که حجمی از آب در معرض اتمسفر واقع شود ولی موجی در سطح آن تشکیل نشود. این امواج نمادی از نیروهای اعمال شده روی سیال هستند که منجر به تغییر شکل آن در مقابل عملکرد نیروهای وزن و کشش سطحی می شوند (دو نیرویی که باعث قرار گرفتن یک سطح سیال به صورت هموار هستند). با ایجاد امواج نیروهای وزن و کشش سطحی فعال شده و باعث پیشروی امواج می شوند. این مسأله همانند ایجاد نوسان به علت کشش یک سیم است که می تواند باعث تولید یک صدای خوشایند شود. بسته به اندازه نیروهای اعمال شده روی آب، امواج در همه اندازه ها و شکلها تشکیل می شوند [۳].

حرکت موج یک آشفتگی است که در بعضی محیط ها از یک مکان به مکان دیگر می رود و با خودش انرژی را منتقل می کند. احتمالاً آشناترین مثال از حرکت موج، موجهای آب هستند. انرژی که امواج آب با خود حمل می کنند برای کسی که ضربه امواج به ساحل را مشاهده کرده آشکار است. امواج بزرگ آنقدر انرژی دارند که می توانند سواحل را تخریب کنند، حتی امواج کوچک نیز آنقدر انرژی دارند تا ذرات ماسه را به حرکت در آورند.

جاذبه ماه، خورشید و دیگر اجرام آسمانی، بلند ترین نوع امواج آبی شناخته شده یعنی امواج جزر و مدی را تولید می کنند. این امواج نیمی از دور زمین را احاطه کرده و با سرعتهای زیادی حرکت می کنند. در مقابل طول موج کوتاهترین امواج می تواند کمتر از یک سانتیمتر باشد. اندازه طول موج، ایده ای از اندازه نیروهای اعمال شده روی امواج را به دست می دهد. برای مثال، هر چه موج طولانی تر باشد (طول موج بزرگ باشد) ، اثر ثقل (شامل اثرات زمین، ماه و خورشید) نسبت به کشش سطحی مهمتر است [۳]. اهمیت امواج از بسیاری جهات قابل توجه است. هر بنایی که در کنار یک محیط دریایی یا درون آن است، در معرض تاثیر موج قرار دارد. در ساحل، موج می تواند منجر به حرکت رسوبات در امتداد ساحل شده و یا باعث فرسایش و ایجاد خسارت به سازه ها در طی طوفان شود. در محیط دریایی، سکوهای نفتی ساحلی باید بدون اینکه خسارت ببینند، بتوانند طوفانهای سخت را تحمل کنند. برای تامین این منظور در عمقهای حفاری کنونی که متجاوز از ۳۰۰ متر است، نیاز به ساخت سازه های عظیم و پرهزینه می باشد. بر روی آب نیز، همه کشتی ها در معرض برخورد امواج قرار دارند و کشتی های بیشماری در اثر امواجی که ارتفاع آنها تا ۳۴ متر هم مشاهده شده، غرق شده اند. بعلاوه هر کشتی که در آب حرکت می کند یک میدان فشار و لذا موجی را تولید می کند که بخش قابل توجهی از مقاومت در برابر حرکت کشتی را موجب می شود [۳].

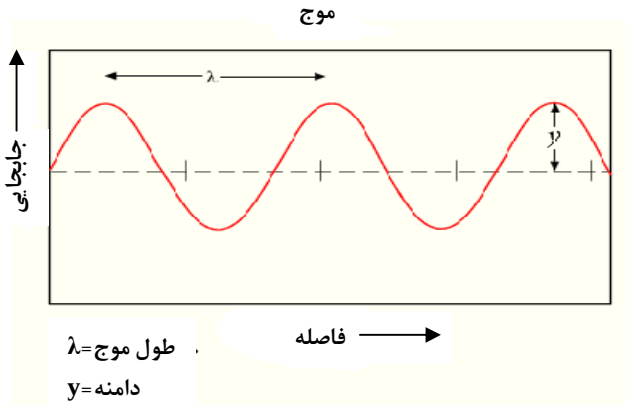
۱-۲- مشخصات امواج

هر موجی می تواند بوسیله سه ویژگی شناخته شود: طول موج، فرکا نس و دامنه.

مانند هر موج، امواج آب در یک الگوی منظم به سمت بالا و پایین حرکت می کنند. بالاترین نقطه ای که موج به آن می رسد تاج موج نامیده می شود، و پایین ترین نقطه که موج به آن می رسد قعر موج نامیده

می شود. فاصله افقی بین دو تاج موج متوالی و یا به طور معادل فاصله بین دو قعر موج متوالی طول موج (λ) نامیده می شود. تعداد تاج موجی (قعر موج) که در واحد زمان (در ثانیه) از یک نقطه عبور می کند فرکانس موج (f) نامیده می شود. فاصله عمودی بالاترین نقطه که موج به آن می رسد تا عمق متوسط را دامنه موج می نامند. سرعت حرکت موج از فرکانس و طول موج آن ناشی می شود : $V=f\lambda$ [۱۸].

در حالی که شکل موج با سرعت V حرکت می کند، آبی که موج را شامل می شود در جهت موج منتقل نمی شود. در شکل (۱-۱) یک نمای شماتیک دو بعدی از یک موج منتشر شده در جهت x نشان داده شده است.



شکل (۱-۱): نمای شماتیک دو بعدی موج

سطح دریا از برهم نهی تعداد زیادی موج سینوسی که در جهت های مختلف حرکت می کنند تشکیل شده است. برای امواج دریا با توجه به این که وضعیت دریا کاملا تصادفی است، لازم است تا از روشهای آماری استفاده شود، اما امواج خیلی بزرگ یا امواج آب کم عمق خیلی منظم تر از امواج کوچک یا امواج آب عمیق هستند و خیلی تصادفی نیستند. بنابراین، در این موارد هر موج براحتی با یک موج سینوسی توصیف می شود که بطور متوالی تکرار می شود. بعلت اثرات غیرخطی در آب کم عمق، عموما تعداد بیشتر از یک موج سینوسی که همگی آنها در یک فاز هستند مورد نیاز است، ولی استفاده از تنها یک موج

سینوسی نیز برای بعضی اهداف دقت قابل قبولی را ارائه می نماید. این دقت جالب توجه و راحتی کاربرد باعث شده است که تئوری موج خطی یا موج با دامنه کوچک بطور متداول و وسیع مورد استفاده قرار گیرد. امتیازات این تئوری این است که استفاده از آن، بر خلاف تئوریهای غیر خطی بسیار پیچیده آسان است و برای به کار بردن اصل بر هم نهی مناسب است. بعلاوه، تئوری موج خطی وسیله موثری برای توصیف بعضی از تئوریهای غیر خطی است [۳].

۱-۳- انواع حرکت موج

دو نوع موج وجود دارد، موجهای طولی و عرضی .

در موج عرضی ذرات محیط در جهتی عمود بر مسیر موج ارتعاش می یابند. موج آب مثالی از یک موج عرضی است.

۱-۳-۱- امواج عمود بر جریان سیالات

امواج عمود بر جریان پدیده ای است که در اثر عبور سیالات از اطراف موانع موجود در مسیر جریان ایجاد می شود. این پدیده هم در مجاری بسته که سیال گاز است و هم در مجاری روباز با سیال مایع بوجود می آید. در جریان مجاری روباز موارد زیادی وجود دارد که جریان باید از مجموعه ای از موانع ثابت موجود در مسیر عبور نماید. این موانع ممکن است پایه های پل، پایه های اسکله و یا پوشش گیاهی درختی در حریم سیل گیر رودخانه ها باشند. با عبور سیال از اطراف موانع عمود بر مسیر جریان، در لبه ابتدایی موانع لایه مرزی شکل می گیرد و در لبه انتهایی این موانع جداشدگی خطوط جریان اتفاق می افتد و سبب تشکیل ورتکس می گردد، تشکیل ورتکس بسته به مشخصات مجرا ممکن است سبب

ایجاد امواج عمود بر جریان گردد. در فصل بعد در مورد مکانیسم تشکیل امواج عمود بر جریان در مجاری روباز (سیال مایع) بیشتر بحث می گردد.

۱-۴- هدف تحقیق حاضر

هدف از انجام این تحقیق بررسی تشکیل امواج عمود بر جریان در مجاری روباز و تعیین حداکثر دامنه موج که با ایجاد یک یا چند ردیف موانع و تغییر فاصله موانع ایجاد می گردد و تعیین حداقل دامنه موج که بواسطه وجود یک ردیف ایجاد می شود و مشخص گردد دامنه این موج چند درصد حداکثر دامنه موج است. و همچنین پیدا کردن حداکثر ردیفهای موثر در ایجاد دامنه حداکثر موج می باشد. همانطور که در بخش ۱-۳-۱- اشاره شد با عبور سیال از اطراف موانع موجود در مسیر جریان ورتکس تشکیل می شود، حال چنانچه مجموعه ای از موانع استوانه ای بصورت عمود بر مسیر جریان نصب شوند، از همپوشانی ورتکس ایجاد شده از هر کدام از موانع امواج سطحی که راستای انتشارشان عمود بر جهت جریان سیال است، تشکیل می شود. مشخصات موانع و شرایط هیدرولیکی جریان بر خصوصیات امواج (دامنه، طول موج، فرکانس و ...) تاثیر می گذارد. در این تحقیق آزمایشها در دو مرحله انجام شدند. آزمایشهای مرحله اول با هدف یافتن شرایط جریان در زمان تشکیل امواج با حداکثر دامنه (حالت تشدید امواج) انجام گرفت سپس با استفاده از این داده ها شرایط هیدرولیکی جریان طوری تنظیم شد تا امواج با حداکثر دامنه تشکیل شوند. در آزمایشهای مرحله دوم با استفاده از داده های حاصل از آزمایشهای مرحله اول تاثیر تعداد ردیفهای موثر در ایجاد دامنه حداکثر موج مورد بررسی قرار گرفت.

۱-۵- ساختار پایان نامه

مطالب این تحقیق در۶ فصل گنجانده شده است. در فصل اول کلیاتی درباره امواج و مشخصات آنها و نوع بخصوص امواج، امواج عمود بر جریان ارائه شده است.

در فصل دوم خلاصه ای از تحقیقات انجام شده در مورد جریان های خارجی پیرامون موانع استوانه ای، تحقیقات در مورد امواج عمود بر جریان ارائه می شود.

در فصل سوم، تعاریف و معادلات پایه امواج آورده شده است. در این فصل تئوری امواج خطی یا تئوری امواج با دامنه کوچک و مکانیسم تشکیل امواج عمود بر جریان ارائه می شود.

در فصل چهارم مواد و روشها، به مراحل آماده سازی مدل آزمایشگاهی و مراحل انجام آزمایشها اختصاص یافته است. در فصل پنجم داده های آزمایشگاهی مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرند.

در فصل ششم نتایج حاصل از آزمایشها و پیشنهاداتی برای انجام تحقیقات بعدی ارائه می گردد.