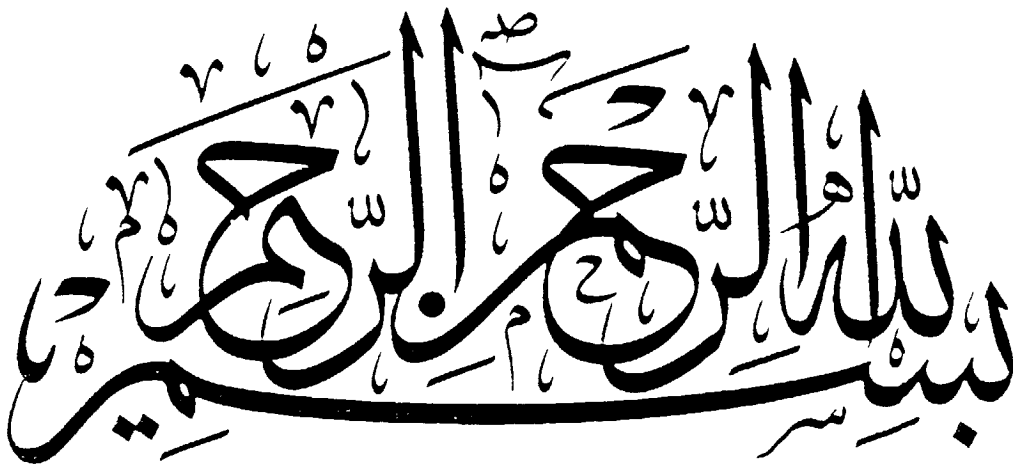
بسم الله الرحمن الرحيم

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک

۱۳۸۲ /۵/ ۳۰

دانشگاه شهید باهنر کرمان
دانشکده فنی
بخش مهندسی عمران

پایان‌نامه جهت تکمیل دوره کارشناسی ارشد عمران-سازه‌های هیدرولیکی

تأثیر سرعت مماسی و محوری و سیرکولاسیون جریان تقرب بر بازدهی آبگیر قائم

مؤلف:
محمد رضا باقری سبزوار

اساتید راهنما:
دکتر محمد جواد خانجانی
دکتر سید محمدعلی زمردیان

دیماه ۱۳۸۱

۴۸۰۲۲

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک

بسمه تعالی

۱۳۸۲ /۵/ ۳۰

این پایان‌نامه

به عنوان یکی از شرایط احراز درجهٔ کارشناسی ارشد

به

بخش مهندسی عمران

دانشکدهٔ فنی دانشگاه شهید باهنر کرمان تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی‌شود.

دانشجو: محمدرضا باقری سبزوار

اساتید راهنما:

دکتر محمد جواد خانجانی

دکتر سید محمدعلی زمردیان

داور ۱: دکتر غلام‌عباس بارانی

داور ۲: دکتر محمدجواد فدایی

۸۱ ۱۰ ۳۰

دانشکده فنی دانشگاه شهید باهنر کرمان
اداره تحصیلات تکمیلی

حق چاپ محفوظ و متعلق به مؤلف است.

تقدیم

به دو محراب دلم، شهره‌های وفا و صفا و ایثار

نازنین پدر و مادرم

به همسفر با شادی و رنجم

همسرم

تقدیر و تشکر

«سپاس خدای را که حد ستایشش بالاتر از حد ستایشگران است و نعمتهایش فوق اندیشه شمارشگران، حق‌جویان کوشا از ادای حقش ناتوانند و حوزهٔ اعلای ربوبی‌اش از نفوذ هوشیاری هوشیاران بدور است. اوصاف جمال و جلالش فراسوی زمان است و ماورای برهه‌های معدود و مدتهای محدود.»

خداوند بزرگ را شاکرم که توانستم پس از حدود یک سال تلاش در انجام این پایان‌نامه آنرا به پایان رسانده و به جامعه علمی کشورم تقدیم نمایم. در اینجا بر خود لازم می‌دانم تا از اساتید گرانقدرم آقایان دکتر محمدجواد خانجانی و دکتر سید محمدعلی رمزدیان که از آغاز تا انجام این پایان‌نامه با راهنماییها و حمایتهای بی‌دریغ خود یاریم کردند تشکر نمایم. همچنین از اساتید گرامی آقایان دکتر غلامعباس بارانی و دکتر محمدجواد فدایی که زحمت داوری این پایان‌نامه را به عهده داشتند نیز کمال تشکر و قدردانی را دارم.

بی‌شک انجام پایان نامه بدون حمایت و همکاری بی‌دریغ خانواده عزیزم عملی نمی‌شد که در اینجا از تمامی اعضای خانواده‌ام بخصوص همسرم و خواهر کوچکم زهرا، که زحمت تایپ و ویرایش قسمتی از پایان‌نامه را نیز به عهده داشته است، تشکر و قدردانی نموده و فرصت را غنیمت شمرده و به حکم حدیث من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق از همه دوستان عزیزم بخصوص آقایان احسان صدری، علیرضا قربانی، رضا یزدانی، محمدرضا شجاعیان، علیرضا شاکر و مهدی تقدسی که با همکاری و همفکری مرا در تهیه این پایان‌نامه کمک نموده‌اند تشکر و قدردانی نمایم. امید است که با انجام این پایان نامه توانسته باشم خدمتی کوچک به جامعه علمی کشورم نموده باشم.

محمدرضا باقری سبزوار

چکیده

آبگیر قائم یکی از سازه‌هایی است که به منظور آبگیری از رودخانه‌ها و یا مخازن استفاده می‌گردد و از ورود رسوبات درشت‌دانه به داخل سیستم جلوگیری می‌نماید. از مشکلات اصلی این آبگیرها ایجاد گردابهای قوی در دهانهٔ آن است که این گردابها منجر به کاهش بازدهی سیستم آبگیری و در بعضی مواقع ایجاد ارتعاش ، سرو صدا و خلاءزایی می‌گردد. در این مطالعه با ساخت مدل آزمایشگاهی، تأثیرتغییرات سرعت مماسی، سرعت محوری و سیرکولاسیون جریان تقرب بر بازدهی آبگیری بررسی شده است. بدین منظور مدلی که متشکل از یک کانال تقرب و حوضچهٔ آبگیر می‌باشد ساخته شد. در این مدل لوله‌های آبگیر به قطرهای ۳۸، ۵۰ و ۷۵ میلیمتر در ارتفاعهای مختلف نسبت به کف حوضچه نصب شده و با تغییر زاویه جریان خروجی از کانال تقرب، تغییرات تراز سطح آب در داخل حوضچه بررسی شده است. در مجموع ٤٣٢ آزمایش انجام شده که ٢١٦ آزمایش جهت بررسی تغییرات سرعت مماسی و سیرکولاسیون جریان تقرب بر بازدهی آبگیر قائم و ٢١٦ آزمایش بمنظور بررسی تغییرات سرعت محوری جریان تقرب بر بازدهی آبگیر قائم بوده است. با تحلیل ابعادی نشان داده شد که پنج عدد بدون بعد رینولدز، فرود، وبر، سیرکولاسیون و استغراق بر گرداب ایجادی در دهانهٔ آبگیر قائم مؤثرند. ارتباط بین عدد فرود، عدد سیرکولاسیون و عدد استغراق توسط نموداری ارائه گردیده و با در نظر گرفتن شرایطی از اثر اعداد رینولدز و وبر بر گرداب ایجادی در کلیه آزمایشها چشم‌پوشی شده است. از پارامتر نسبت استغراق به عنوان پارامتر بیان‌کننده بازدهی آبگیر قائم استفاده شده و نتایج آزمایشها تحلیل شده‌اند. این آزمایشها نشان می‌دهد که افزایش سرعت مماسی و سیرکولاسیون جریان تقرب با روندی خطی باعث کاهش بازدهی آبگیر قائم می‌گردد. همچنین تغییرات سرعت محوری جریان تقرب تأثیر کمی بر بازدهی آبگیر قائم داشته و روند تغییرات بازدهی آبگیر قائم در برابر تغییرات سرعت محوری جریان تقرب سهمی شکل می‌باشد.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه ۲

فصل دوم :آبگیرها، گرداب، انواع آن و معادلات حاکم بر آن

۲-۱- مقدمه ۸

۲-۲- آبگیرها ۹

۲-۳- گرداب ۱۱

۲-۳-۱- نحوه تشکیل گرداب ۱۱

۲-۳-۲- انواع گرداب ۱٤

۲-۳-۳- تأثیر گرداب بر آبگیری ۱٦

۲-۳-٤- معادلات حاکم بر گرداب ۱۷

۲-٤- جریانهای چرخشی و غیر چرخشی ۲۱

۲-٤-۱- جریانهای چرخشی ۲۱

۲-٤-۲- جریانهای غیر چرخشی ۲۳

۲-٤-۳- دوران یا گرداب در جریانهای غیر چرخشی ۲٤

۲-٤-٤- گرداب مرکب رانکین ۲٥

۲-٥- توزیع سرعتها و پروفیل سطح آب در گرداب آزاد ۲۸

۲-٥-۱ توزیع سرعت مماسی ۲۸

۲-٥-۲- توزیع سرعت شعاعی ۳٤

۲-٥-۳- توزیع سرعت محوری ۳٦

۲-٥-٤- پروفیل سطح آب ۳۷

۲-٦- جمع بندی ٤۰

فصل سوم: تحلیل ابعادی و تشابه دینامیکی گرداب

۳-۱- تحلیل ابعادی ۴۳

۳-۱-۱- مقدمه ۴۳

۳-۱-۲- پارامترهای مؤثر ۴۴

۳-۲- تشابه دینامیکی ۴۶

۳-۲-۱- مقدمه ۴۶

۳-۲-۲- قانون فرود ۴۶

۳-۲-۳- مدل گرداب ۴۷

۳-۲-۴- اثر مقیاس ۴۸

۳-۳- جمع بندی ۴۹

فصل چهارم: مدل آزمایشگاهی

۴-۱- مقدمه ۵۲

۴-۲- ساخت مدل آزمایشگاهی ۵۳

۴-۳- شرح مدل ۵۶

۴-۴- تجهیزات آزمایش ۵۷

فصل پنجم: آزمایشها

۵-۱- مقدمه ۷۰

۵-۲- بررسی تأثیر تغییرات سرعت مماسی جریان تقرب و سیرکولاسیون جریان بر بازدهی آبگیر قائم ۷۱

۵-۲-۱- نحوهٔ انجام آزمایش ۷۱

۵-۲-۲- نتایج آزمایش ۷۳

۵-۳- بررسی تأثیر تغییرات سرعت محوری جریان تقرب بر بازدهی آبگیر قائم ۷۹

۵-۳-۱- نحوهٔانجام آزمایش ۷۹
۵-۳-۲- نتایج آزمایش ۸۱
فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادها ۸۶
مراجع ۸۹
ضمیمه (الف) ۹۲
ضمیمه (ب) ۱۱۵

فصل اول

مقدمه

فصل اول: مقدمه

امروزه کشورهای پیشرفته به دنبال یافتن راههایی برای پاسخگویی به مصرف بالای انرژی همراه با حفظ محیط زیست می‌باشند. انرژی الکتریکی تولیدی توسط نیروگاههای برق- آبی بدلیل اینکه تمیزترین شکل تولید انرژی است همواره مورد توجه بوده است. علاوه بر این تأمین آب برای مصارف مختلف نظیر آبیاری، مصارف خانگی و شهری و صنعت از اهمیت زیادی برخوردار است. روشهای متداول تأمین آب مورد نیاز، آبگیری مستقیم از رودخانه، بطریق پمپاژ و یا توسط آبگیر از مخزن سد می‌باشد. آبگیرها معمولاً سازه‌های اقتصادی بوده و در صورت طراحی صحیح و اصولی، بهره‌برداری از آنها با مشکلات کمتری همراه است. علاوه بر این به جهت آنکه معمولاً در نزدیکی سطح آب کار گذاشته می‌شود، رسوب کمتری به آنها وارد می گردد[۶و۷].

آبگیرها بر حسب نحوهٔ کاربری و جانمایی به انواع مختلف تقسیم می‌شوند. مهمترین مسئله در بکارگیری و تجهیز یک آبگیر انتخاب سیستم مناسب و طراحی دقیق آن است. عدم دقت در طراحی می‌تواند مشکلات عدیده‌ای را به دنبال داشته باشد. یکی از این مشکلات وقوع گرداب قوی در دهانهٔ آبگیرها و ورود هوا به داخل تأسیسات هیدرولیکی است.

گردابها به وفور در بسیاری از تأسیسات هیدرولیکی مشاهده شده است که از آن جمله می‌توان به سدهای هیرفانلی (Hirfanli)در ترکیه، هارس‌پرانگت (Harspranget) در سوئد و کاریبا(Kariba) در زامبیا اشاره نمود، که به‌تبع مشکلاتی را در سیستمهای هیدرولیکی آنها بوجود آورده است[۱۵].

بر اساس مطالعه ۲۹ آبگیر نیروگاههای برق-آبی موجود، گردن (۱۹۷۰) گزارش داده است که در چهار مورد از آنها، آبگیر با گردابهای مزاحم مواجه بوده است. پوسی وسو (۱۹۵۰)گزارشهایی مبنی بر کاهش ۸۰٪ دبی جریان در آبگیر به علت شکل‌گیری گرداب را منتشر نموده‌اند و هاترسلی (۱۹٦۵) براساس تحقیقات خود روی گروهی از پمپها، ورود هوا بین ۰/۰٦ تا ۷۳ درصد را در مواقع گردابی به داخل پمپها گزارش داده است. دنی(۱۹۵٦) در بررسیهای خود به این نتیجه رسید که یک گرداب با حجم عبوری اختلاط هوای یک درصد می‌تواند باعث کاهش بازدهی پمپهای ساتریفوژ[1] تا ۱۵ درصد گردد. در شرایط حادتر حتی این پدیده ممکن است خسارات جبران ناپذیری را بدنبال داشته باشد. به عنوان مثال در یک سرریز نیلوفری که بایستی در هنگام سیلابها مقدار دبی مشخصی را از خود عبور دهد، بخاطر تشکیل گرداب مقدار دبی عبوری آن کاهش یافته و سد با خطر روگذری[2] سیلاب مواجه می‌شود[۱۵و۱۹].

گردابها علاوه بر کاهش دبی جریان و بازدهی آبگیر مشکلات و خطرات دیگری نظیر چرخش در جریان ورودی، ورود هوا، ایجاد ارتعاش[3] در آبگیر و خطوط لوله و پمپها، سروصدا[4]، خلاءزایی[5] و بهره‌برداری نامناسب از تأسیسات و در نتیجهٔ آن خطر آسیب به اجزای پمپها و توربینها، کاهش عمر مفید تأسیسات و افزایش هزینه‌ها را نیز ممکن است بدنبال داشته باشند[۸، ۹، ۱۳، ۱٦، ۲۳ و ۲٤].

---

1 - Centrifugal Pumps
2 - Overtopping
3 - Vibration
4 - Noise
5 - Cavitation

در هر حال گرداب پدیدهٔ نامطلوبی است که توجه طراحان را به خود معطوف ساخته و غالباً در پی حذف یا کاهش این پدیده هستند. لیکن بدلیل شرایط بسیار متفاوت در طراحی‌ها و متغیرهای زیاد پدیده، هنوز آئین نامه مدونی برای طراحی ارائه نشده، که خود بدلیل کمبود و نقصان در مطالعات تجربی و تئوریک پدیده است و این ضعف، ناشی از ماهیت پیچیدهٔ پدیدهٔ مزبور می‌باشد [۷].

از عوامل تشکیل گرداب می‌توان شرایط نامتقارن سازهٔ آبگیر و هندسهٔ آن، کافی نبودن استغراق، جدایی جریان، تغییر ناگهانی در جهت جریان و سرعتهای بالاتر از ۰/۶ متر بر ثانیه در میدان جریان نزدیک شونده را نام برد.

از مهمترین روشهای حذف گرداب نیز می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

الف - افزایش عمق استغراق آبگیر: تأمین عمق کافی در میدان جریان نزدیک شونده جهت کاهش سرعت سطحی و تقلیل پتانسیل تشکیل و گسترش چرخش.

ب - اصلاح ساختار سازه در میدان جریان[1]: شامل تأمین طول بیشتر برای کانال، استفاده از ابزارهایی به منظور مستقیم کردن جریان از قبیل ستونها، تیغه‌های آرام کننده و صفحات هادی و کاهش سرعت در میدان جریان نزدیک شونده با افزایش سطح و یا نصب هود و پوشش بر روی آبگیر.

ج - استفاده از روشهای ویژهٔ ضد گرداب[2]: شامل استفاده از پایه‌هایی در جهت شعاعی، مثلاً در آبگیر سد دل‌وال(Dellval) آمریکا، استفاده از صفحهٔ پوشش مدور بر روی دهانهٔ آبگیر، ترکیب گزینه‌های صفحهٔ پوششی و پره‌های هادی جریان با شبکه‌های توزیع یکنواخت جریان [۷و ۱۱].

---

1 - Improvement to the Approach Condition
2 - Anti-Vortex Devices

یکی از راههای جلوگیری از پدیدهٔ گرداب و یا کاهش قدرت چرخشی که نیاز به تجهیزات و تدابیر خاصّی ندارد، مواجه ساختن جریان گرداب با حجم بزرگی از آب و یا بعبارتی ایجاد عمق استغراق بحرانی می‌باشد که در طراحی آبگیرها اهمیت بسزایی در استهلاک یا حذف گرداب دارد. لیکن بعضاً به‌خاطر مشکلات اقتصادی و محدودیتهای طراحی ممکن است در تمام مکانها نتوان شرایط استغراق کامل آبگیر را ایجاد نمود[۷].

اگر چه حذف کامل گرداب مورد نظر اکثر طراحان است، لیکن این امر می‌تواند در برخی موارد غیر اقتصادی باشد و منجر به حفاریهای بیشتر و عمیق‌تر و نیاز به سازه‌های خاص‌تری جهت تأمین سرعت یکنواخت و استغراق لازم گردد.

همانطور که اشاره شد، گرداب پدیدهٔ پیچیده‌ای است که به آسانی با روش‌های تحلیلی قابل بررسی نمی‌باشد و بهمین جهت معمولاً از مدل‌های فیزیکی برای بررسی ماهیت این پدیده و ابزاری برای طراحی استفاده می‌شود. مدل‌های هیدرولیکی در موارد مختلف با موفقیت پاسخگوی خواستهٔ محققین بوده‌اند. لذا ساخت مدل و ایجاد جریان‌های گردابی نسبتاً پایدار با سطح آزاد نقش مهمی در بررسی رفتار جریان و تعیین فاکتورهای مؤثر بر آن دارد.

در این پایان‌نامه با ساخت مدل آزمایشگاهی آبگیر قائم، تأثیر مؤلفهٔ مماسی و محوری جریان تقرب و سیرکولاسیون بر بازدهی آبگیری بررسی شده است. بدین منظور مدلی که متشکل از یک کانال تقرب و حوضچهٔ آبگیر می‌باشد ساخته شده است. در این مدل لوله‌های آبگیر به قطرهای ۳۸، ۵۰ و ۷۵ میلیمتر در ارتفاعهای مختلف نسبت به کف حوضچه نصب شده و با تغییر زاویه جریان خروجی از کانال تقرب (تغییر زاویه جریان در راستای افقی و قائم) ، تغییرات تراز سطح آب در داخل حوضچه بررسی شده است.

در فصل دوم این پایان نامه معادلات حاکم بر جریان گردابی بررسی شده و خلاصه‌ای از تحقیقات انجام شده در این راستا آورده شده است. در فصل سوم تحلیل ابعادی مسئله انجام شده و اثر مقیاس روی مدل بررسی گردیده است. در فصل چهارم چگونگی ساخت مدل و شرح آن به

تفصیل ارائه شده است. آزمایشها، نتایج و تحلیل آنها در فصل پنجم شرح داده شده است. در این تحقیق آزمایشها در دو بخش انجام شده است.۱) بررسی اثر سرعت مماسی و سیرکولاسیون جریان تقرب بر بازدهی آبگیر قائم.۲) بررسی اثر سرعت محوری جریان تقرب بر بازدهی آبگیر قائم. در فصل ششم نیز به بحث و نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها و راهکارهای مناسب جهت افزایش بازدهی سیستم آبگیر قائم پرداخته شده است.