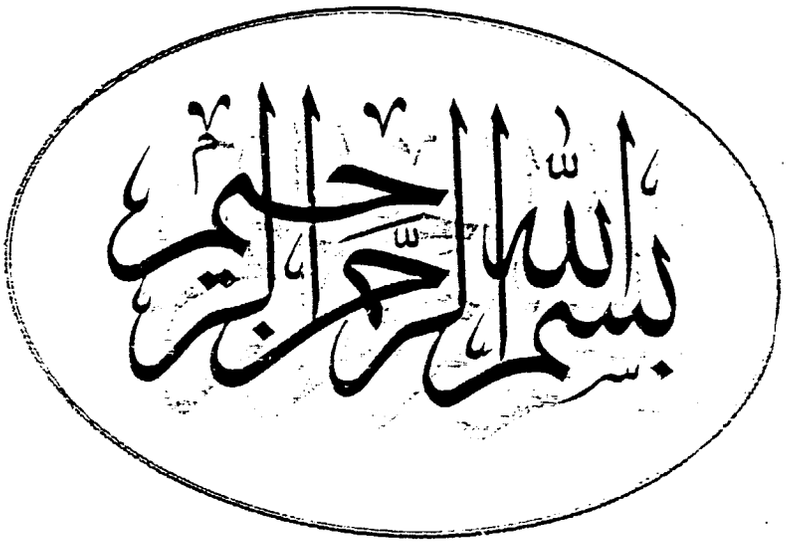


٤٧٧٩٢

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک

۱۳۸۲ /۵/ ۳۰

دانشگاه شهید باهنر کرمان
دانشکدهٔ فنی
بخش مهندسی عمران

پایان‌نامه برای تکمیل دورهٔ کارشناسی ارشد عمران
گرایش سازه‌های هیدرولیکی

موضوع:

استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در تعیین سطح مقطع هواده دریچه‌های تحتانی سدها

مؤلف:
علیرضا قربانی تپه

استاد راهنما:
دکتر محمدجواد فدایی

بهمن ۱۳۸۱

۴۷۷۹۴

بسمه‌تعالی

این پایان‌نامه
به عنوان یکی از شرایط احراز درجهٔ کارشناسی ارشد به بخش مهندسی عمران
دانشکدهٔ فنی دانشگاه شهید باهنر کرمان
ارائه شده‌است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دورهٔ مزبور شناخته نمی‌شود.

دانشجو: علیرضا قربانی تپه

استاد راهنما: دکتر محمدجواد فدایی

داور ۱: دکتر عیسی سلاجقه

داور ۲: دکتر غلامعباس بارانی

حق چاپ محفوظ و متعلق به مؤلف است.

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک

تقدیم به

نازنین نرگسم

مادر مهربان

پدر بزرگوار

و دایی عزیز

که آینهٔ تمام نمای زندگیم می‌باشند و در مسیر تعالی من از هیچ کوششی فروگذار نکرده و همواره یاور من بوده‌اند.

شکرِ خدای بخشنده و مهربان

آمرزش او برای آن دسته انسانهای شجاعی که

غذایشان را شریک می‌شوند و خونشان را می‌ریزند.

بندهٔ او علی، ممکن است انسانی باشد و بندهٔ مفید خدا.

سپاسنامه

حمد و سپاس خداوندی را سزاست که همهٔ گویندگان از مدح و ثنای او عاجزند و کوشش کنندگان نمی‌توانند حق نعمت او را ادا نمایند. خداوندی که حقیقت او را صاحبان همت بلند درک نمی‌کنند و هوشهای غواص به او دست نمی‌یابند.

سلام و درود خداوند و بندگانش بر خاتم پیام آوران الهی حضرت محمد مصطفی(ص) و جانشین بر حقش امیرمؤمنین حضرت علی(ع) و خانوادهٔ معصومش الی یوم القیامه.

رسالهٔ حاضر با تلاش بی‌وقفه در مدت حدود یک سال با راهنماییهای دلسوزانه و مدبرانهٔ استاد بزرگوار جناب آقای دکتر محمد جواد فدایی و استاد مشاور فقید محترم جناب آقای دکتر علی سینایی به انجام رسیده است. در اینجا بر خود فرض می‌دانم مراتب سپاس و امتنان قلبی خود را نسبت به این عزیزان ابراز نمایم. از تمامی اساتید محترم بخش عمران دانشگاه شهید باهنر کرمان که افتخار تلمذ در محضر درس ایشان را داشته‌ام کمال تشکر و قدردانی را می‌نمایم.

از برادران با محبتم، یگانه خواهرم و خانوادهٔ سلیمی صمیمانه تشکر نموده و از تمامی دوستان و بزرگواران منجمله آقایان حسین پورخادم نمین، رضا یزدانی، محمدرضا باقری سبزوار، علیرضا شاکر اردکانی، عزیزان معاونت امور عمرانی استانداری کرمان و خانم نجمه‌سادات مهدوی که در مراحل مختلف تدوین این رساله و سایر مراحل مرا یاری نموده‌اند فروتنانه سپاسگزارم.

شاید دیگر مجالی نباشد که از زادگاهم یادی نمایم پس در اینجا آخرین کلامم را با یاد آن تک خیابانش به اتمام می‌برم که *"نمین"* همیشه و در همه جا در خاطر من خواهی بود.

توفیق همگان را از خداوند متعال خواستارم

علیرضا قربانی

بهمن‌ماه ۸۱

چکیده

استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در سالهای اخیر بعنوان یک ابزار قـوی بـرای مسـائلی کـه آنالیز زمانبر و پیچیده‌ای دارند مورد استفاده قرار مـی‌گـیرد. در ایـن روش سـعی می‌شـود بـا آمـوزش شبکه‌ای پردازشگر، بدون یافتن قانون ریاضی حاکم بر پارامترها، ویژگیها و روابط ذاتی میان متغییرهـا را به شبکه آموخت و پس از تضمین یـادگـیری، از آن بعنـوان نگاشـتی میـان فضـای داده و فضـای خواسته بهره برد. با بررسی هوادهی جریان زیر دریچه‌ها مشخص می‌گردد که در این جریان دوفـازی تعدد حالات جریان باعث عدم دستیابی به رابطه‌ای جامع برای تعیین نیاز هوایـی جریـان کـه بیـانگر کلیهٔ حالات باشد شده‌است. بنابراین بـا توجـه بـه خصوصیـات شـبکه‌های عصبـی و مـاهیت مسـئلهٔ هوادهی موجب شد تا در این تحقیق با استفاده از نتایج مدلهای آزمایشگاهی که در مراکـز تحقیقـاتی کشور، از آزمایش‌های انجام شده بر روی دریچه‌ها حاصل شده‌است، شبکه‌ای عصبی آماده و آمـوزش داده شود تا بکمک آن و بدون صرف هزینه‌های آزمایشگاهی تنـها بـا اسـتفاده از مشـخصات دریچـه مانند بار هیدرولیکی وارد بر دریچه، ابعاد و درصد بازشدگی دریچه به نیاز هوایی جریان دسـت یـافت. برتری این روش در این است که طراح در فاز اولیهٔ طرح نسبت به وضعیت و اندازهٔ هـواده مـورد نیـاز برای طرح آگاهی حاصل می‌نماید.

فهرست مطالب

فصل اول: معرفی دریچه‌ها و بررسی مشکلات موجود در آنها

۱-۱-۱- دریچه‌ها ۱

۱-۱-۲- تخلیه‌های تحتانی ۷

۱-۲- خلاءزائی در سازه های هیدرولیکی و روشهای پیشگیری از وقوع آن ۹

مقدمه ۹

۱-۲-۱- خلاءزائی ۹

۱-۲-۲- روشهای جلوگیری و کنترل خسارات ناشی از خلاءزائی ۱۴

فصل دوم: هوادهی

مقدمه ۲۰

۲-۱- تاریخچهٔ هوادهی ۲۰

۲-۲- مطالعات انجام یافته توسط شارما برای تعیین نیاز هوایی ۲۲

۲-۲-۱- نگاهی برتحقیقات انحام شده ۲۳

۲-۲-۲- ملاحظات تکنیکی ۲۶

۲-۲-۳- مشاهدات آزمایشگاهی شارما ۳۰

۲-۳- نتیجه‌گیری ۳۷

۲-۴- پیشنهاد آئین نامهٔ ارتش آمریکا در مورد تعیین نیاز هوایی دریچه‌های تخلیه‌های تحتانی ۳۸

۲-۴-۱- نتایج آزمایش نمونه‌های واقعی ۳۸

۲-۴-۲- ماکزیمم‌های اولیه و ثانویه ۳۹

۲-۴-۳- مثالی در رابطه با تعیین اندازهٔ لولهٔ هواده با استفاده از روش روابط تجربی ۴۰

۲-۵- روش مدلی و ساخت مدل آزمایشگاهی جهت تععین اندازهٔ هواده ۴۱

فصل سوم: معرفی شبکه‌های عصبی مصنوعی

مقدمه ۴۳

۳-۱-کلیات شبکه‌های عصبی مصنوعی ۴۳

۳-۲- شبکه‌های عصبی بیولوژیکی و شبکه‌های عصبی مصنوعی ۴۳

۳-۳- کاربردهای شبکه‌های عصبی مصنوعی ۴۵

۳-۴- مراحل استفاده از شبکهٔ عصبی مصنوعی ۴۵

۳-۵- روشهای کلی آموزش شبکه‌های عصبی مصنوعی ۴۶
۳-۶- الگوریتم پس انتشار خطا ۴۷
۳-۷- توابع فعالیت ۵۰
۳-۸- معماریهای مختلف شبکه‌های عصبی مصنوعی چندلایه ۵۱
۳-۹- نکاتی راجع به استفاده از الگوریتم پس انتشارخطا ۵۴
۲-۱۰- مثالهایی از کاربردهای شبکهٔ عصبی مصنوعی در مهندسی عمران ۵۵
فصل چهارم: استفاده از شبکه‌های عصبی در تعیین نیاز هوایی دریچه‌ها
مقدمه ۵۶
۴-۱- تعریف مسئله ۵۶
۴-۲- ساختار داده‌ها و تأثیر آن در انتخاب نوع شبکه ۵۶
۴-۳- شبکه‌های عصبی پیش‌خور چند لایه و نگاشت میان فضای داده‌ها ۵۷
۴-۴- فراهم آوردن داده‌های آموزشی ۵۸
۴-۴-۱- انتخاب پارامترهای ورودی(دامنهٔ X) و خروجی(برد D) ۵۹
۴-۵- ایجاد شبکهٔ عصبی ۶۲
۴-۶- الگوریتم‌های آموزش ۶۲
۴-۶-۱- الگوریتم کوازی-نیوتن ۶۳
۴-۶-۲- الگوریتم لونبرگ-مارکوارت ۶۴
۴-۶-۳- بهینه کردن الگوریتم آموزشی ۶۴
۴-۷- عملیات قبل و بعد از آموزش درجهت کارائی بهتر شبکه ۶۶
۴-۷-۱-نگاشت زوجهای آموزشی به حدود مناسب ۶۶
۴-۷-۲- نحوهٔ ارائهٔ زوجهای آموزشی به شبکه ۶۶
۴-۸- سنجش میزان یادگیری و عملکرد شبکه ۶۸
۴-۸-۱- میانگین مربع خطاها ۶۸
۴-۸-۲- ضریب همبستگی بین خروجیهای حقیقی و دلخواه ۷۰
۴-۸-۳- میانگین خطای نسبی بین خروجی‌های حقیقی و دلخواه ۷۰
۴-۹- انتخاب تعداد لایه‌ها و نرونهای پنهان شبکه ۷۳
۴-۱۰- آنالیز حساسیت ۸۱
۴-۱۱- جزئیات بیشتر شبکه ۸۲

فصل پنجم: مثالهای حل شده ۸۶
فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها
۶-۱- نتیجه‌گیری ۸۹
۶-۲- پیشنهادها ۸۹
ضمیمه: برنامه‌ها
الف- برنامهٔ آماده شده برای ارائهٔ تصادفی داده‌ها به شبکه ۹۰
ب- برنامهٔ آماده شده برای ایجاد و آموزش شبکهٔ عصبی پیشخور ۴ لایه ۹۱
ج- برنامهٔ آماده شده برای محاسبهٔ پارامترهای سنجش و همچنین کاربرد شبکه ۹۴
د- برنامهٔ آماده شده برای آنالیز حساسیت ۹۶
ه- نتایج حاصل برای پارامترهای شبکهٔ ایجاد شده ۱۰۰
مراجع ۱۰۳

فصل اول

معرفی دریچه‌ها
و
بررسی مشکلات موجود در آنها

۱-۱-۱- دریچه‌ها[1]

بطورکلی دریچه‌ها برای کنترل میزان جریان خروجی از یک مجرای جریان و یا دیگر وسایل انتقـال آب مورد استفاده قرار می‌دهند.

۱-۱-۱-۱- طبقه‌بندی انواع دریچه‌های کنترل کننده [۱]

الف- دریچه‌های بدون چرخ یا فرازبند[2]

در این دریچه‌ها یک تیغه قسمتی از بدنهٔ دریچه را از قسمتهای دیگر جدا می‌نماید. یک نوع معمول آن برای جلوگیری از ورود آب به کانالهایی مورد استفاده قرار می‌گیرد که ورودیشان در طرف بالادست سد قرار دارد. نحوهٔ بسته شدن تیغه بدین صورت است که دریچه را در حالت فشار تعادل و بدون عبور جریان آب پائین می‌آورند. اما مطالعات بر روی مدل فقط وقتی انجام می‌شود که جریان آب بر تیغه وارد می‌شود. این مطالعات شامل تعیین وضعیت دریچه و اندازه‌گیری مقدار نیروی لازم برای بالا بردن دریچه می‌باشد.

ب- دریچه‌های غلتکی یا چرخ‌دار[3]

این دریچه‌ها را به اسامی مختلف مانند (caster)، (cater pillar)، (fixed wheel gates) و (tractor) نامگذاری کرده‌اند. برای ورود آب به کانالهایی به کار می‌روند که در حال بازرسی و یا تعمیر می‌باشند. بعلاوه این دریچه‌ها قادرند تحت شرایط نامتوازن هم، بوسیلهٔ اثر نیروی جاذبه عمل نمایند، در حالیکه دریچه‌های فرازبند و انواع دیگر آنها چنین توانایی را ندارند. دریچه‌های غلتکی بعنوان دریچه‌های تنظیم کننده در سرریزها هم بکار می‌روند. مسائل و مشکلات اساسی در رابطه با این دریچه‌ها عبارتند از: ارتعاش ناشی از بارهای هیدرولیکی، خرابی آببندی و نیروهای هیدرودینامیک پائین‌کشنده و بالاکشنده در زمان بسته شدن نامتوازن دریچه.

پ- دریچه‌های لغزان[4]

این دریچه‌ها را بمنظور کنترل جریان در خروجیها مورد استفاده قرار می‌دهند. اگر چنانچه مسیر لغزش بخوبی روغنکاری شود، اصطکاک را براحتی می‌توان کاهش داد. این موضوع وقتی که مجرا بزرگ و اتفاع آب روی آن زیاد باشد بسیار با اهمیت می‌باشد. این دریچه‌ها در ابعاد بزرگ ساخته نمی‌شوند. استفاده از دریچه‌های لغزان بعنوان کنترل کننده، نیاز به هوادهی در قسمتهای پائین و مخصوص مجرا را ایجاب می‌کند. و یا اینکه بایستی در مورد محل دریچه و یا محل شیار آن تجدید نظر شود. این کار باید جهت رساندن سیستم به فشار مناسب و جلوگیری از رخداد پدیدهٔ خلاءزائی ادامه داشته باشد.

1- Gates
2- Bulk head gates
3- Roller and wheel mounted gates
4- Slide gates

ت- دریچه‌های حلقوی دنباله‌دار[1]

یک دریچهٔ حلقوی بمنظور استفاده در کانالهای مدوری ساخته می‌شود که محدودیت تخلیه درآنها وجود نداشته، همچنین وجود راندمان بالا و نیز جریان آرام بدون فشارهای منفی در آنها مورد لزوم باشد. تیغهٔ این دریچه‌ها عمود بر محور کانال حرکت می‌کند. برای مسدود نمودن جریان بوسیلهٔ دریچه، قسمت بالایی دریچه محکم و سفت می‌شود، اما هنگامی که دریچه کاملاً باز است قسمت پائینی آن به اندازهٔ عرض کانال باز می‌شود تا یک جریان آرام در کانال بوجود آید. این نوع دریچه‌ها جهت کنترل جریان بکار نمی‌روند، زیرا ممکن است مشکلات ارتعاش و یا خلاءزائی در آنها بوجود آید.

ث- دریچه‌های تیغه‌ای تنظیم کنندهٔ جریان[2]

استفاده از این دریچه‌ها برای کنترل یا تنظیم جریان در ارتفاع‌های آب بالا موفقیت آمیز بوده است. در تأسیسات با ارتفاع آب بالا باید توجّهات اساسی به شکل و اندازهٔ مجرای عبوری و وضعیت جریان داخل آن معطوف گردد.

از آنجائیکه درجهٔ انقباض در لبهٔ پائینی دریچه بیشتر از دیواره‌های آن می‌باشد جریان داخل دریچه هنگامی که سوراخ بطور جزئی باز می‌گردد دچار پیچیدگی می‌شود. جریان هنگامی که به انحناهای تند می‌رسد تمایل به انحراف به طرف پائین داشته در این حالت ضمن برخورد با شیار دریچه باعث ایجاد فشارها و موجهای نامطلوب در شیار دریچه می‌گردد. دریچه‌هایی که شیار بزرگ دارند در ارتفاع‌های آب بالا در معرض خوردگی ناشی از خلازائی قرار می‌گیرند.

ساخت آبند در بالادست تیغه، مقدار نیروی پائین کشنده را کاهش داده باعث می‌گردد که تیغه شکل مناسب را برای تطبیق دادن جریان با چرخش آزاد دریچه پیدا کند. چنانچه آبند در پائین‌دست مسیر قرار گرفته و فشار در قسمت بالائی شیار دریچه کنترل نگردد، ممکن است بجای نیروی پائین کشنده یک نیروی بالابر بوجود آید.

ج- دریچه‌های Jet Flow

این دریچه‌ها یک وسیلهٔ مناسب و ارزان قیمت برای تأسیسات بیرونی با ارتفاع آب بالا می‌باشند. این دریچه تشکیل شده است از یک تیغهٔ متحرک که در میان بدنه‌ای قرار دارد که دارای یک روزنه در طرف پائین‌دست آن به شکلی است که باعث هوادهی کافی به جت[3] می‌گردد.

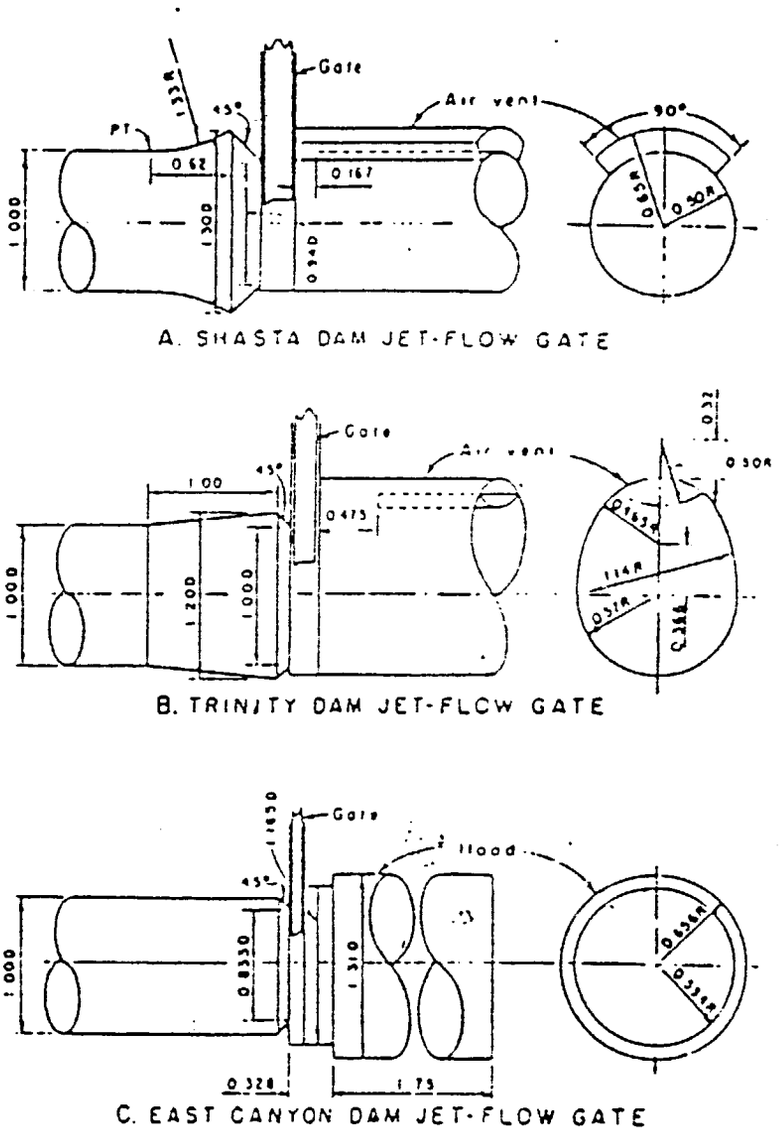
طرف پائین دست دریچه صاف بوده و در تماس با آبند قرار داردکه شامل روزنه است. نصب آبند در قسمت بالائی دریچه، نیروی هیدرولیکی پائین کشنده را در مقایسه با دریچه‌هایی که آبند آنها در

1- Ring follower gates
2- Regulating leaf gates
3- Jet

قسمت پائین‌دست قرار دارد حذف می‌کند. در شکل(۱-۱) سه نوع مختلف از این دریچه نشان داده شده است.

چ- دریچه‌های شعاعی[1]

این دریچه‌ها عموماً برای کنترل جریان در کانالهای روباز استفاده می‌شوند، ولی امکان استفاده از این نوع دریچه‌ها درمجاری بسته نیز می‌باشد.



شکل(۱-۱): ترکیبات مختلف دریچه‌های Jet Flow [۱]

1- Radial gates

۱-۱-۱-۲- هیدرولیک لبهٔ شیبدار زیر دریچه[1] [۲]

لبهٔ پائینی دریچه تأثیر اساسی در ۱) ارتعاش، ۲) رخداد خلازائی و تأثیر ناشی از آن و ۳) نیروی پائین کشندهٔ دریچه‌ها دارد. در این بخش درمورد این شیب و زاویهٔ مناسب آن جهت اصلاح دریچه‌های قدیمی بحث خواهد شد.

آزمایشهای زیادی در رابطه با تأثیر این شیب برروی سه عامل فوق‌الذکر و خصوصاً اثر عمدهٔ آن بر روی میزان نیروی پائین کشندگی انجام شده است.

طراحان دریچه‌ها در سراسر جهان نسبت به این موضوع اطلاع کامل دارند که هندسهٔ زیر دریچه یا همان لیپ دریچه نقش مهم و حیاتی در عملکرد مطمئن یک دریچه بازی می‌کند. لیپ دریچه تأثیر اساسی در مسائل هیدرولیکی زیر دارد:

- تخریب ناشی از خلازائی دریچه[2]
- ارتعاش دریچه[3]
- نیروی پائین کشندهٔ مؤثر بر دریچه[4]
- نیروی برخاست دریچه[5]
- ضریب تخلیهٔ دریچه[6] دارد.

مطالعات مدلهای هیدرولیکی فراوانی بر روی تک‌تک موارد فوق‌الذکر و یا ترکیب آنها انجام یافته است. عمدهٔ این مطالعات در این راستا قرار داشته که طراحان دریچه‌های جدید چه هندسهٔ بهینه‌ای را انتخاب کنند که شرایط زیر را فراهم نماید:

- حذف تخریب ناشی از خلازائی
- حذف ارتعاشات
- کاهش نیروی پائین کشنده
- پرهیز از نیروی برخاست
- افزایش ضریب تخلیه

بر اساس چنین مطالعاتی نتایج مختلفی در مورد زاویهٔ لبهٔ زیرین دریچه برای موارد طراحی مختلف ارائه شده‌است. حال سوال این است که چه مقدار حداقل شیبی لازم است تا بدون افزایش در مقدار نیروی برخاست ارتعاش تیر پائین دریچه را از بین ببریم. منظور از شرایط سازه‌ای در اینجا تمرکز بر روی تأثیر زاویهٔ این شیب بر مفاهیم هیدرولیکی مورد نظر می‌باشد بطوریکه راهنمایی برای طراحان در انتخاب حداقل مقدار مفید این شیب در مدل کردن دریچه‌های موجود باشد.

1- Gate Lip
2- Cavitation damage to the gate
3- Gate vibration
4- Downpull on gate
5- Uplift on gate
6- Discharge coefficient

۱-۱-۱-۲-۱- عوامل مؤثر

عواملی که بر روی هیدرولیک لیپ دریچه[1] مؤثرند عبارتند از:

- فرم جریان در پائین دست دریچه، یعنی اینکه در پائین دست دریچه جریان با سطح آزاد است یا مستغرق
- موادهی پائین دست دریچه
- صفحهٔ پوشش پائین دست یا بالادست[2]
- آب‌بند پائین دست یا بالادست دریچه[3]

عوامل مهم دیگر در هیدرولیک هندسهٔ پائین دریچه عبارتند از:

- ارتفاع آبی حین کارکرد دریچه
- فرم مقطع ورودی مجرا در بالادست دریچه
- هندسهٔ شکاف دریچه
- فرم آب‌بند پائین
- شیب مجرا در پائین دست
- هندسهٔ مجرا در پائین دست و بالادست

۱-۱-۱-۲-۲- زاویهٔ لبه[4]

هندسهٔ پائین دریچه معمولاً توسط زاویهٔ لبه، θ، بسته به وضعیت صفحهٔ پوشش و آب‌بند تعیین می‌شود. این زاویه از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود.

$$\tan(\theta) = e/d \qquad (۱-۱)$$

در این رابطه، اگر دریچه دارای صفحهٔ پوشش و آب‌بند در بالادست باشد،

e فاصلهٔ عمودی مابین لبهٔ کف دریچه (معمولاً لبهٔ صفحهٔ پوشش) و لبهٔ پائین دست تیر کف و

d ضخامت یا عمق دریچه که با اندازه‌گیری فاصلهٔ میان لبهٔ پائین دست صفحهٔ پوشش از سطح پائین دست تیر کف است، و اگر دریچه دارای صفحهٔ پوشش با آب‌بند در پائین دست باشد،

e فاصلهٔ عمودی مابین لبهٔ کف دریچه (لبهٔ صفحهٔ پوشش) و لبهٔ بالادست تیر کف و

d ضخامت یا عمق دریچه که با اندازه‌گیری فاصلهٔ میان سطح لبهٔ بالادست تیر کف از لبهٔ بالادست صفحهٔ پوشش بدست می‌آیند.

1- Gate lip hydraulics
2- Upstream or downstream skinplate
3- Upstream or downstream seals
4- Lip angle