دانشکده مهندسی عمران

پایان نامه :

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در گرایش آب

عنوان :

بهینه سازی سیستم انحراف آب در سدهای پیاپی

استاد راهنما :

دکتر عباس افشار

استاد مشاور :

دکتر سید جمشید موسوی

نگارش :

رحمت ا... حسامی رستمی

اسفند ۱۳۸۲

تقدیر و تشکر

سعی نابرده در این راه به جایی نرسی　　مزد اگر می طلبی طاعت استاد ببر

قبل از هر چیز خداوند خرد را سپاسگزارم که قدرت اندیشیدن را به من ارزانی نمود. از پدر مرحوم و مادر بزرگوارم متشکرم که ناهمواریهای راه تحصیل علم را بر من هموار نمودند. برخود لازم می دانم از استاد بزرگ و ارجمندم جناب آقای دکتر عباس افشار که با فراهم نمودن زمینه های مختلف علمی مرا در انجام این نوشتار یاری نمودند؛ سپاسگزاری نمایم. از جناب آقای دکتر سید جمشید موسوی به خاطر بهره مندی از راهنمایی های ارزشمندشان متشکرم.

همچنین از گروه داوران، جناب آقای دکتر عباس قاهری و جناب آقای دکتر احمد ابریشمچی که داوری این پایان نامه را بر عهده داشته، و از نظرات خود مرا بهره مند نمودند؛ قدردانی می نمایم.

با آرزوی موفقیت روزافزون برای تمامی این بزرگواران

تقدیم به

مادر عزیز و روح پدر بزرگوارم

چکیـده

امروزه با توجه به افزایش روزافزون نیاز آبی، کنترل و استفاده بهینه از آبهای سطحی ، از پارامترهای مهم و ضروری می باشد. برای نیل به این هدف، نیاز به ساخت سدهای متعدد و پیاپی به منظور استفاده بهینه از آب موجود ، بیشتر از گذشته احساس می شود. بنابراین باید با استفاده از روشها و مدلهای مختلف موجود، هزینه ساخت این گونه سدها و سازه های وابسته از جمله هزینه سیستم انحراف را کاهش داد.

در گذشته به دلیل وجود تعداد سدهای کمی که به صورت متوالی قرار داشتند، اثر این گونه سدها در برآورد هزینه بهینه اجزا سد پایین دست، منظور نمی گردید. با توجه به ساخت سدهای جدید در پایین دست سدهای موجود، اثر عملکرد سدهای بالادست بر ابعاد اجزا سد پایین دست مانند سیستم انحراف ، سرریز و غیره اهمیت فوق العاده ای پیدا نمود.

در کار تحقیقاتی انجام شده ، سعی شده است برای سرریزهای دریچه دار، منحنی های فرمان تهیه شود. این کار با تعیین ترازهایی به عنوان ترازهای کنترلی، صورت گرفته است. همچنین برای بهبود عملکرد و کارایی دریچه سرریز سد بالادست، با استفاده از سیستم استنباط فازی ـ عصبی تطبیقی و دبی های تاریخی ایستگاههای بالادست مخزن موجود، مدل پیش بینی تهیه گردیده، تا بتوان قبل از رسیدن سیلاب به مخزن، شروع به تخلیه و پیش رها سازی مخزن نمود. این کار موجب می شود تا سیلاب در زمان طولانی تری از مخزن عبور نموده و در نتیجه پیک آن کاهش یابد.

در ادامه با توجه عملکرد مدل دریچه و میزان کاهش پیک سیلاب خروجی از مخزن بالادست، در برابر سیل های مختلف در دو حالت با و بدون پیش تخلیه مخزن، سیستم انحراف بهینه شده است. در این بهینه سازی به دلیل تغییر پیک سیلاب و افزایش دوره بازگشت سیلاب ها در این حالت نسبت به سیل های طبیعی حوزه، هزینه سیستم انحراف در تمام دبی های طراحی از جمله دبی متناظر با نقطه بهینه در دو حالت با و بدون پیش بینی، کمتر شده و دوره بازگشت سیلاب بهینه نیز کاهش می یابد.

فهرست عناوین | صفحه

فصل اول

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- اهداف ۳

۱-۳- دامنه کار ۴

۱-۴- روش کار ۶

۱-۴- مروری بر ادبیات موضوع ۷

فصل دوم

۲-۱- مقدمه ۱۳

۲-۲- شناخت اجزا سیستم انحراف ۱۳

۲-۲-۱- اثر رودخانه و انسداد آن بر روی سیستم انحراف ۱۴

۲-۲-۲- روشهای انحراف ۱۴

۲-۲-۳- فرازبند و نشیب بند و انواع آن ۱۵

۲-۲-۴- انواع مجراهای انحراف آب ۱۶

۲-۲-۵- تعیین ظرفیت سیستم انحراف ۱۷

۲-۳- سیستم انحراف سدها با احتساب عملکرد سدهای بالادست ۱۹

۲-۳-۱- اثر سد بالادست بر روی هیدروگراف ورودی به سیستم انحراف ۱۹

۲-۳-۲- اثر سد بالادست بر روی عدم قطعیت هیدرولوژیکی سیل وردی به ساختگاه سد جدید و ابعاد سیستم انحراف ۲۰

۲-۴- طراحی بهینه سیستم های انحراف موقت ۲۰

۲-۴-۱- متغیر های تصمیم گیری در سیستم انحراف ۲۰

۲-۴-۲- محدودیتها و قیودات سیستم انحراف ۲۱

۲-۴-۳- ایمنی سیستم انحراف و هزینه انتظاری سیستم ۲۱

۲-۴-۴- ساختار مدل بهینه سازی سیستم انحراف ۲۳

۲-۴-۵- الگوریتم حل مدل بهینه سازی ۲۴
۲-۴-۵-۱- انتخاب یک الگوریتم ۲۵
۲-۴-۵-۲- ویژگیهای یک الگوریتم خوب بهینه سازی ۲۶

فصل سوم

۳-۱- کلیات پیش بینی و هشدار سیلاب ۳۱
۳-۱-۱- سیستم انتقال اطلاعات ۳۲
۳-۱-۲- سیستم تجزیه و تحلیل اطلاعات موجود ۳۳
۳-۲- مفاهیم سیستمهای فازی و عصبی ۳۴
۳-۲-۱- سیستم های فازی ۳۴
۳-۲-۱-۱- تاریخچه مختصری از تئوری ۳۴
۳-۲-۱-۲- تعریف مجموعه فازی ۳۷
۳-۲-۱-۳- مفاهیم اساسی مرتبط با مجموعه‌های فازی ۳۷
۳-۲-۱-۴- عملیات بر روی مجموعه‌های فازی ۳۹
۳-۲-۱-۵- رابطه فازی و اصل توسعه ۴۲
۳-۲-۱-۶- متغیرهای زبانی و قواعد اگر – آنگاه فازی ۴۳
۳-۲-۱-۷- منطق فازی و سیستم استنباط فازی ۴۵
۳-۲-۱-۸- ساختار سیستم استنباط فازی و تنظیم پارامترها ۴۷
۳-۲-۱-۹- پایگاه قواعد و موتور استنتاج فازی ۵۰
۳-۲-۱-۱۰- فازی‌سازها و غیرفازی سازها ۵۳
۳-۲-۱-۱۱- طراحی و روشهای ساخت سیستمهای فازی از روی داده‌های ورودی – خروجی ۵۶
۳-۲-۱-۱۲-کنترل فازی تطبیقی ۵۷
۳-۲-۲- شبکه عصبی ۵۹
۳-۲-۲-۱- مفهوم شبکه عصبی ۵۹
۳-۲-۲-۲- ویژگیهای شبکه عصبی مصنوعی ۶۰

۳-۲-۲-۳- انواع شبکه‌های عصبی نمونه ۶۲
۳-۲-۲-۴- ساختار شبکه‌های عصبی ۶۳
۳-۲-۲-۵- شبکه‌های عصبی به عنوان سیستمهای دینامیکی آموزش‌پذیر ۶۵
۳-۲-۳- سیستم استنباط فازی ـ عصبی تطبیقی ۶۷
۳-۲-۳-۱-یادگیری مدل سیستم استنباط فازی ـ عصبی تطبیقی ۶۸
۳-۲-۳-۲- محدودیتهای سیستم استنباط فازی ـ عصبی تطبیقی ۶۹
۳-۲-۳-۳- آشنایی با اعتبار مدل آموزش یافته با داشتن مجموعه داده ۷۰
۳-۲-۳-۴- تعیین اعتبار مدل با آزمایش کردن و کنترل کردن مجموعه داده‌ها ۷۰
۳-۲-۴- کاربردهای فازی و عصبی در رویدادهای هیدرولوژیکی سیلاب ۷۲

فصل چهارم

۴-۱- کلیات ۷۶
۴-۲- توسعه مدل بهره برداری از دریچه سرریز ۷۷
۴-۲-۱- کنترل سیل فقط بوسیله مشاهده تراز مخزن ۷۸
۴-۲-۲- کنترل بوسیله تراز مخزن و مشاهده ورودی ۷۸
۴-۲-۳- کنترل بوسیله تراز مخزن و مشاهده ورودی و پیش بینی سیل ۷۹
۴-۳- تعیین ترازهای کنترلی ۸۱
۴-۴- انتخاب دبی های حدی ۸۳
۴-۵- دستورالعمل بهره برداری از دریچه ها ۸۴
۴-۶- فروکش و تسکین سیل ۸۷
۴-۶-۱- درجه فروکش پیک سیل ۸۷
۴-۶-۲- درجه جذب حجم سیل ۸۷

فصل پنجم

۵-۱- مقدمه ۹۲
۵- ۲- مدل پیش بینی سیستم استنباط فازی ـ عصبی تطبیقی ۹۲
۵-۲-۱- نحوه بکارگیری داده ها برای ساخت مدل پیش بینی سیلاب ۹۴
۵-۲-۲- پیش بینی رفتار سیستم های خطی با مدلهای رگرسیون و $ANFIS$ ۹۶
۵-۲-۳- پیش بینی رفتار سیستم های خطی با مدلهای رگرسیون و $ANFIS$ ۹۹
۵-۲-۴- مقایسه رگرسیون و $ANFIS$ با استفاده از سیلابهای حوزه کرخه (مطالعه موردی) ۱۱۲
۵-۳- مدل بهره برداری از دریچه و اثر آن بر دبی ورودی به محل سیستم انحراف ۱۳۳
۵-۴- بهینه سازی سیستم انحراف ۱۴۵
۵-۴-۱- فرضیات هیدرولیکی ۱۴۶
۵-۴-۲- ارزیابی هزینه ها ۱۴۷

فصل ششم

نتیجه گیری ۱۶۷
پیشنهادات ۱۷۰

شکل ۱-۲ : منحنی بهینه سازی ظرفیت سیستم انحراف.....۱۸

شکل ۲-۲ : محاسبه خسارت سالانه سیل با روش معمول.....۲۳

شکل ۱-۳ : تابع تعلق برای «زیاد» که محور افقی نشاندهنده دبی و محور عمودی نشاندهندهٔ مقدار «زیاد» است.....۳۶

شکل ۲-۳ : شکل تابع درجه عضویت مثلثی و ذوزنقه ای.....۴۸

شکل ۳-۳ : شکل تابع درجه عضویت گوسی یک طرفه و دو طرفه و زنگوله ای.....۴۹

شکل ۴-۳ : شکل تابع درجه عضویت سیگموییدی ساده، تفاضلی و حاصلضربی.....۴۹

شکل ۵-۳ : شکل تابع درجه عضویت Z ,S ,P.....۵۰

شکل ۶-۳ : ساختار اصلی سیستم های کنترل فازی تطبیقی.....۵۸

شکل ۷-۳ : بلوک تاخیر زمانی.....۶۴

شکل ۱-۴ : چگونگی تعیین تراز L_1 در مدل پیشنهادی.....۸۲

شکل ۲-۴ : حجم کل کنترل سیل مخزن و حجم کنترل پر شده و باقیمانده.....۸۲

شکل۳-۴ : مدل کنترل سیل با مشاهده تراز مخزن و جریان ورودی.....۸۶

شکل ۱-۵ : رابطه بین هیدروگراف های ورودی و خروجی ۹۷

شکل ۲-۵ : اندازه خطای آموزشی با ۶ ساعت پیش بینی.....۱۰۲

شکل ۳-۵ : نمودار مشاهده ای و محاسباتی آموزشی و کنترلی و آزمایشی با صفر ساعت پیش بینی.....۱۰۳

شکل ۴-۵ : نمودار مشاهده ای و محاسباتی آموزشی و کنترلی و آزمایشی با ۲ ساعت پیش بینی.....۱۰۴

شکل ۵-۵ : نمودار مشاهده ای و محاسباتی آموزشی و کنترلی و آزمایشی با ۴ ساعت پیش بینی.....۱۰۵

شکل ۶-۵ : نمودار مشاهده ای و محاسباتی آموزشی و کنترلی و آزمایشی با ۶ ساعت پیش بینی.....۱۰۶

شکل ۷-۵ : نمودار مشاهده ای و محاسباتی آموزشی و کنترلی و آزمایشی با ۸ ساعت پیش بینی.....۱۰۷

شکل ۸-۵ : نمودار مشاهده ای و محاسباتی آموزشی و کنترلی و آزمایشی با ۱۰ ساعت پیش بینی.....۱۰۸

شکل ۹-۵ : نمودار مشاهده ای و محاسباتی آموزشی و کنترلی و آزمایشی با ۱۲ ساعت پیش بینی.....۱۰۹

شکل ۱۰-۵ : تغییرات میزان خطای حاصل از داده های آموزشی در برابر تعداد ساعات پیش بینی.....۱۱۰

شکل ۱۱-۵ : تغییرات میزان خطای حاصل از داده های کنترلی در برابر تعداد ساعات پیش بینی.....۱۱۱

شکل ۱۲-۵ : تغییرات میزان خطای حاصل از داده های آزمایشی در برابر تعداد ساعات پیش بینی.....۱۱۱

شکل ۱۳-۵ : پیکربندی سیتم رودخانه کرخه ۱۱۵

شکل ۱۴-۵ : موقعیت و شکل حوزه آبریز کرخه.....۱۱۶

شکل۱۵-۵ : موقعیت شماتیک ایستگاههای حوزه سد کرخه مورد استفاده در مدل.....۱۱۸

شکل ۱۶-۵ : نمودار مشاهده ای و محاسباتی مربوط به ۳ حالت، با ۰ ساعت پیش بینی در حوزه کرخه.....۱۲۰

شکل ۱۷- ۵ : نمودار مشاهده ای و محاسباتی مربوط به ۳ حالت، با ۲ ساعت پیش بینی در حوزه کرخه.....۱۲۱

شکل ۱۸-۵ : نمودار مشاهده ای و محاسباتی مربوط به ۳ حالت، با ۴ ساعت پیش بینی در حوزه کرخه.....۱۲۲

شکل ۱۹-۵ : نمودار مشاهده ای و محاسباتی مربوط به ۳ حالت، با ۶ ساعت پیش بینی در حوزه کرخه.....۱۲۳

شکل ۲۰-۵ : نمودار مشاهده ای و محاسباتی مربوط به ۳ حالت، با ۷ ساعت پیش بینی در حوزه کرخه.....۱۲۴

شکل ۲۱-۵ : نمودار مشاهده ای و محاسباتی مربوط به ۳ حالت، با ۸ ساعت پیش بینی در حوزه کرخه.....۱۲۵

شکل ۲۲-۵ : نمودار مشاهده ای و محاسباتی مربوط به ۳ حالت، با ۱۰ ساعت پیش بینی در حوزه کرخه.....۱۲۶

شکل ۲۳-۵ : نمودار مشاهده ای و محاسباتی مربوط به ۳ حالت، با ۱۳ ساعت پیش بینی در حوزه کرخه.....۱۲۷

شکل ۲۴-۵ : نمودار مشاهده ای و محاسباتی مربوط به ۳ حالت، با ۱۵ ساعت پیش بینی در حوزه کرخه.....۱۲۸

شکل ۲۵-۵ : نمودار مشاهده ای و محاسباتی مربوط به ۳ حالت، با ۱۷ ساعت پیش بینی در حوزه کرخه.....۱۲۹

شکل ۲۶-۵ : خطای حاصل از داده های آموزشی در برابر تعداد ساعات پیش بینی در حوزه کرخه.....۱۳۱

شکل ۲۷-۵ : خطای حاصل از داده های کنترلی در برابر تعداد ساعات پیش بینی در حوزه کرخه.....۱۳۲

شکل ۲۸-۵ : خطای حاصل از داده های آزمایشی در برابر تعداد ساعات پیش بینی در حوزه کرخه.....۱۳۲

شکل ۲۹-۵ : نمودار هیدروگراف های ورودی و خروجی و تراز آب در حضور منحنی های فرمان و بدون اعمال پیش بینی برای سیل با دوره بازگشت ۲ ساله در مخزن سد کرخه.....۱۳۶

شکل ۳۰-۵ : نمودار هیدروگراف های ورودی و خروجی و تراز آب در حضور منحنی های فرمان و با لحاظ نمودن پیش بینی برای سیل با دوره بازگشت ۲ ساله در مخزن سد کرخه.....۱۳۸

شکل ۳۱-۵ : نمودار هیدروگراف های ورودی و خروجی و تراز آب در حضور منحنی های فرمان و بدون اعمال پیش بینی برای سیل با دوره بازگشت ۱۰ ساله در مخزن سد کرخه.....۱۳۸

شکل ۳۲-۵ : نمودار هیدروگراف های ورودی و خروجی و تراز آب در حضور منحنی های فرمان و با لحاظ نمودن پیش بینی برای سیل با دوره بازگشت ۱۰ ساله در مخزن سد کرخه.....۱۳۹

شکل ۳۳-۵ : نمودار هیدروگراف های ورودی و خروجی و تراز آب در حضور منحنی های فرمان و بدون اعمال پیش بینی برای سیل با دوره بازگشت ۲۵ ساله در مخزن سد کرخه.....۱۳۹

شکل ۳۴-۵ : نمودار هیدروگراف های ورودی و خروجی و تراز آب در حضور منحنی های فرمان و با لحاظ نمودن پیش بینی برای سیل با دوره بازگشت ۲۵ ساله در مخزن سد کرخه..... ۱۴۰
شکل ۳۵-۵ : نمودار هیدروگراف های ورودی و خروجی و تراز آب در حضور منحنی های فرمان و بدون اعمال پیش بینی برای سیل با دوره بازگشت ۵۰ ساله در مخزن سد کرخه..... ۱۴۰
شکل ۳۶-۵ : نمودار هیدروگراف های ورودی و خروجی و تراز آب در حضور منحنی های فرمان و با لحاظ نمودن پیش بینی برای سیل با دوره بازگشت ۵۰ ساله در مخزن سد کرخه..... ۱۴۱
شکل ۳۷-۵ : نمودار هیدروگراف های ورودی و خروجی و تراز آب در حضور منحنی های فرمان و بدون اعمال پیش بینی برای سیل با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله در مخزن سد کرخه..... ۱۴۳
شکل ۳۸-۵ : نمودار هیدروگراف های ورودی و خروجی و تراز آب در حضور منحنی های فرمان و با لحاظ نمودن پیش بینی برای سیل با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله در مخزن سد کرخه..... ۱۴۳
شکل ۳۹-۵ : نمودار هزینه فرازبند در برابر ارتفاع آن..... ۱۴۸
شکل ۴۰-۵ : نمودار هزینه واحد طول تونل در برابر قطر..... ۱۴۹
شکل ۴۱-۵ : نمودار طول تونل در برابر ارتفاع فرازبند..... ۱۵۰
شکل ۴۲-۵ : نمودار هزینه نشیب بند بر حسب دبی رودخانه..... ۱۵۰
شکل ۴۳-۵ : نمودار هزینه تجهیزات مکانیکی در برابر قطر تونل..... ۱۵۱
شکل۴۴-۵ : نمودار هزینه خسارت خاکبرداری و تمیز کردن محل سیستم انحراف دربرابر هزینه فرازبند..... ۱۵۴
شکل ۴۵-۵ : نمودار هزینه سیستم انحراف در برابر دبی سیلاب با دوره بازگشت مختلف بدون اعمال اثر دریچه. ۱۵۸
شکل ۴۶-۵ : نمودار هزینه سیستم انحراف در برابر دبی سیلاب با دوره بازگشت مختلف با اعمال اثر دریچه بدون پیش بینی..... ۱۶۱
شکل ۴۷-۵ : نمودار هزینه سیستم انحراف در برابر دبی سیلاب با دوره بازگشت مختلف با اعمال اثر دریچه بدون پیش بینی..... ۱۶۱
شکل ۴۸-۵ : نمودار هزینه سیستم انحراف در برابر دبی سیلاب حوزه با دوره بازگشت مختلف با اعمال اثر دریچه و با در نظر گرفتن پیش بینی..... ۱۶۵
شکل ۴۹-۵ : نمودار هزینه سیستم انحراف در برابر دبی سیلاب طراحیورودی به سیستم با اعمال اثر دریچه و با در نظر گرفتن پیش بینی..... ۱۶۵

جدول ۱-۴ : درجه میرایی سیل (α) برای روشهای مختلف کنترل سیل..... ۸۹

جدول ۱-۵ : میزان خطاها در دو روش رگرسیون و $ANFIS$ در حالت بدون پیش بینی..... ۹۸

جدول۲-۵ : میزان خطاها در دو روش رگرسیون و $ANFIS$ با ۲ ساعت پیش بینی..... ۹۸

جدول۳-۵ : میزان خطاها در دو روش رگرسیون و $ANFIS$ با ۴ ساعت پیش بینی..... ۹۹

جدول ۴-۵ : خسارات تاخیرات زمانی در ساختمان سد..... ۱۵۴

جدول ۵-۵ : مقادیر محاسبه شده به روش مرتبه صفر درحالت بدون اعمال اثر دریچه..... ۱۵۷

جدول ۶-۵ : مقادیر محاسبه شده به روش گرادیانی درحالت بدون اعمال اثر دریچه..... ۱۵۷

جدول ۷-۵ : رابطه بین دبی سیلاب ـ دوره بازگشت در دو حالت با و بدون اعمال اثر دریچه..... ۱۵۹

جدول ۸-۵ : مقادیر محاسبه شده به روش مرتبه صفر با اعمال اثر دریچه..... ۱۶۰

جدول ۹-۵ : رابطه بین دبی سیلاب ـ دوره بازگشت در دو حالت با و بدون اعمال اثر دریچه و پیش بینی..... ۱۶۳

جدول ۱۰-۵ : مقادیر محاسبه شده به روش مرتبه صفر با اعمال اثر دریچه و پیش بینی..... ۱۶۴

فصل اول

مقدمه ، اهداف

و دامنه کار

۱-۱- مقدمه

سیلاب و خسارت ناشی از آن همواره به عنوان یکی از موانع مهم در پیشرفت بشر مطرح بوده است. لذا جلوگیری از وقوع سیل و کاهش خسارت سیلاب به صورت یکی از چالش های مهم در تاریخ تمدن ها مورد نظر بوده است. در طول تاریخ ، سیل ، تمدنهای بزرگی را در دنیا از بین برده است و از آنجائیکه ایران نیز دارای پیشینه طولانی می باشد از این امر مستثنی نمی باشد. به عنوان نمونه می توان به سیلهایی که در تاریخ بارها توسط رود نیل در مصر و یا رود یانگ تسه یا زرد در چین به وقوع پیوسته و باعث وارد آمدن خسارات و از بین رفتن تمدن در این نواحی شد اشاره نمود.

مخازن سدها تاثیر بسزایی در جلوگیری از خسارت سیلاب و استفاده بهینه از منابع آب از نقطه نظر تامین نیازهای کنترل سیلاب و برقابی دارند. علاوه بر این ، از مخزن سد نیز می توان در زمینه های زیست محیطی و تفریحی استفاده کرد.

احداث سد در مناطق مختلف و مدیریت بهره برداری از آن موجب تغییر در پارامتر خسارت سیلاب می گردد. با وجودی که احداث سد فقط به منظورکنترل سیلاب صورت نمی گیرد؛ اما کنترل سیلاب در اغلب موارد به عنوان یکی از وظایف مهم سد مطرح می باشد.

در ساخت سدهای جدید، قبل از احداث سد اغلب لازم است تا مسیر رودخانه از محل ساخت سد منحرف شده و ساخت سد در محل خشک انجام شود. مسئله محافظت اطراف ساختمان سد در مقابل خطر سیلاب همیشه به عنوان عامل مهم مطرح بوده است. وظیفه محافظت از اطراف محل ساختمان سد در مقابل سیلاب بر عهده سیستم انحراف می باشد. نوع انحراف مسیر رودخانه در موقع ساختمان سد ممکن است بر نوع سد و تاسیسات وابسته، برنامه زمانی اجرای کار ، کل دوره ساختمان و همچنین هزینه سیستم انحراف اثر بگذارد.

بزرگی و کوچکی اندازه اجزای سیستم انحراف موقت آب رودخانه تابعی از شرایط هدرولوژیکی حوزه آبریز، اثر سدهای بالادست ، خصوصیات زمین شناسی، عرض دره ، نوع سد، دوره اجرای عملیات و غیره می باشد. بنابراین مسئله انحراف موقت و سد اصلی باید با هم مورد بررسی قرار گیرد. در سالهای اخیر ساخت سدها در مناطق مختلف سبب شده است که اثر سدهای سری مهم جلوه نماید. در واقع برای ساخت سیستم انحراف سدهای جدید، نیاز است تا اثر بهره برداری سدهای بالادست مورد بررسی قرار گیرد. در سدهای سری ، بهره برداری از دریچه ، نقش بسیار موثری در انتخاب ابعاد سیستم انحراف ، سرریز ، حجم مخزن و غیره دارد. اثر عمده سد بالادست بر روی سیستم انحراف پایین دست در میزان دبی رها شده از سد بالادست خلاصه می شود. سدها با توجه به حجم ذخیره یا حجم کنترل سیلابی که دارند می توانند پیک دبی رها شده از سد را کاهش دهند و البته برای این منظور باید فرمانها والگوهایی برای زمان بهره برداری تدوین شود تا با استفاده از این فرمانها در زمان بهره برداری بتوان سیل را کنترل نموده و دبی رها شده را کاهش داد. به منظور کارایی بیشتر دریچه ها، استفاده از سیستم پیش بینی و هشدار سیل می تواند بسیار مفید واقع شود. در این حالت باید قبل از ورود سیل به مخزن اقدامات لازم برای کنترل سیل صورت گیرد. کاهش دبی خروجی ناشی از پیش بینی سیلاب و بهره برداری دریچه سد بالادست می تواند سبب شود تا طراحی سیستم انحراف پایین دست بر مبنای سیل با پیک کمتر صورت پذیرد. بنابراین ابعاد سیستم انحراف کاهش خواهد یافت. که به سهم خود به منزله کاهش هزینه خواهد بود.

با توجه به مطالب ذکر شده انتخاب سیل طراحی برای سیستم انحراف موقت بستگی کامل به میزان دقت و یا خطای حاصل از پیش بینی سیلاب و نحوه بهره برداری از مخزن بالادست خواهد داشت. به علاوه سیلاب حوزه میانی سد بالادست و سیستم انحراف نیز بر اندازه دبی طراحی تاثیر می گذارد.

بنابراین هر چه پیش بینی و هشدار سیلاب و بهره برداری از سد بالادست به نحو مناسبتری صورت گیرد انتخاب سیل طرح با دقت بیشتر و با پیک کمتر صورت خواهد پذیرفت و میزان خسارت ناشی از سیلابها نیز کاهش خواهد یافت.

۱-۲- اهداف

در حال حاضر با توجه به افزایش روزافزون نیاز آبی، کنترل و استفاده بهینه از آبهای سطحی ، از پارامترهای مهم و ضروری می باشد. برای نیل به این هدف، نیاز به ساخت سدهای متعدد و پیاپی به منظور استفاده بهینه از آب موجود ، بیشتر از گذشته احساس می شود. بنابراین باید با استفاده از روشها و مدلهای مختلف موجود، هزینه ساخت این گونه سدها و سازه های وابسته از جمله هزینه سیستم انحراف را کاهش داد. در این پایان نامه از دیدگاه کلی ، بهینه نمودن سیستم انحراف این گونه سدها مد نظر می باشد. به عبارت دیگر از آنجائیکه بهینه نمودن ساخت سیستم انحراف بر اساس دبی طراحی صورت می پذیرد و به علاوه دبی ورودی به سیستم نیز در سدهای پیاپی تابعی از نحوه بهره برداری سد بالادست می باشد؛ هدف از این پایان نامه، بررسی اثر نحوه عملکرد این سدهای پیاپی بر روی ابعاد سیستم انحراف می باشد. برای نیل به این هدف، ابتدا باید مسئله را به بخش هایی با دامنه کمتر تبدیل نمود. یکی از این بخش ها، بررسی اثر نحوه بهره برداری سدهای بالادست یا به عبارتی منحنی های فرمان در زمان سیلابی، بر دبی ورودی به سیستم انحراف می باشد که در واقع مهمترین بخش مسئله نیز می باشد. با توجه به هزینه بالای ساخت سدها معمولا حجم کنترل سیلاب سدها را با توجه به صرفه اقتصادی آن در نظر می گیرند و به پیروی از آن حجم محدودی را به این کار اختصاص می دهند. برای استفاده حداکثر، از این حجم کنترل، بهتر است قبل از ورود سیل به مخزن سد، مقداری از ظرفیت سد که به مسئله تامین آب اختصاص یافته را رها نموده تا حجم کنترل سیلاب

افزایش یابد و به این ترتیب بتوان پیک سیلاب ورودی را به میزان بیشتری کاهش داد. برای این منظور لازم است تا چند گام زمانی پیش از ورود سیل به مخزن، از دبی آن آگاه شد. به عبارت دیگر لازم است تا با استفاده از اطلاعات ایستگاههای اندازه گیری، همچنین استفاده ار مدل پیش بینی مناسب سیلاب که به وسیله سیلهای تاریخی به هنگام می شوند چند گام زمانی پیش از رسیدن سیل به مخزن، از میزان سیل ورودی آگاه شده و پیش رها سازی حجم مخزن انجام شود. بررسی اثر پیش بینی سیلاب به عنوان یک عامل کاهنده دبی طراحی، یکی از اهداف ثانویه برای رسیدن به هدف کلی بهینه سازی می باشد. در واقع هدف این است که با استفاده از پیش بینی سیلاب، زمان بیشتری برای تخلیه سیلاب ایجاد شود تا پیک سیل کاهش یابد. با استفاده از این پیش بینی و مدل بهره برداری تهیه شده برای سرریز سدهای دریچه دار، پیک سیلاب خروجی از سد کاهش یافته و با کاهش دبی طراحی سیستم انحراف، هزینه ساخت سیستم برای دوره بازگشت معین و خسارت ناشی از وقوع سیل بزرگتر از سیل طراحی نیز کاسته خواهد شد در نتیجه هزینه کل سیستم انحراف که برآیند این دو پارامتر می باشد، کاهش می یابد.

۱-۳- دامنه کار

در بخش بهینه سازی سیستم انحراف، پارامترهایی به عنوان متغیرهای تصمیم در نظر گرفته شده اند. این پارامترها شامل قطر تونل و ارتفاع فرازبند در مقابل دبی معین می باشد. در این نوشتار برای بهینه نمودن اجزا سیستم انحراف از روش ارزیابی میزان خطرپذیری و کمینه نمودن برآیند هزینه ساخت سیستم انحراف و خسارت احتمالی ناشی از خطر پذیری استفاده می شود. برای حل مسئله و بهینه نمودن از جعبه ابزار بهینه سازی نرم افزار *MATLAB* استفاده شده است. این جعبه ابزار بهینه سازی، ابزار قدرتمندی برای حل مسائل گوناگون می باشد.

همچنین برای انتخاب دبی طراحی، از دبی های خروجی از مدل بهره برداری تهیه شده برای سد بالادست، استفاده شده است. در مورد مدل بهره برداری، دبی هایی به عنوان دبی کنترلی انتخاب و متناظر با آنها ترازهایی نیز به عنوان ترازهای کنترلی تعیین می شوند به منظور کنترل سیلاب ورودی به مخزن، در زمان سیلابی، از این ترازهای کنترلی تهیه شده، استفاده می گردد. همچنین در مدل پیش بینی سیلاب از اطلاعات تاریخی ایستگاههای موجود بالادست استفاده شده و مدلی تهیه می گردد تا در زمان واقعی، با استفاده از این مدلها و اطلاعات ایستگاههای نقاط بالادست، سیل ورودی، قبل از رسیدن به مخزن برآورد شود.

از آنجائیکه سیلاب یک پدیده طبیعی است که با عدم قطعیت همراه می باشد و نمی توان زمان و میزان دقیق وقوع آنرا به درستی پیش بینی کرد؛ در نتیجه ، این عدم قطعیت موجب می شود که اتخاذ تصمیم و طراحی براساس دبی سیل پیش بینی شده، با خطا همراه باشد. بررسی اثر عدم قطعیت در پیش بینی سیلاب و نقش آن در طراحی ابعاد سیستم انحراف، موضوع بسیار پیچیده ای می باشد که خارج از بحث این نوشتار می باشد.

اگرچه نمی توان زمان دقیق وقوع سیلاب را پیش بینی کرد ؛ اما برای کاهش خطا و ریسک می توان با آگاهی از وقوع سیل در نقاط بالادست مخزن و استفاده از سیستم هشدار سیلاب ، مشکل مربوط به عدم اطمینان وقوع سیل را کاهش داد. به عبارت دیگر با نصب چند ایستگاه هیدرومتری در نقاط بالادست و انتقال اطلاعات حاصل از این ایستگاهها به مخزن سد، می توان در فاصله زمانی بین انتقال سیل از ایستگاههای بالادست تا مخزن سد ، متناسب با مقدار دبی ، قوانین بهره برداری از دریچه در حالت سیلابی را تدوین و تدقیق نمود. این امر موجب می شود امکان رها سازی دبی قبل از ورود سیل به مخزن فراهم شود و در نتیجه پیک سیل خروجی از دریچه مخزن کاهش یابد. پیک سیل رها

شده از مخزن در حالت سدهای سری در طراحی و اندازه اجزاء سد نظیر سرریز و سیستم انحراف سد شامل فرازبند ، نشیب بند و مجرای انتقال آب اثر کاهشی خواهد گذاشت. بالطبع این کاهش ابعاد، کاهش هزینه را به دنبال خواهد داشت که باید مورد بررسی قرار گیرد. در واقع دامنه این کار تحقیقاتی، به پیش بینی مقادیر دبی در محل سد با استفاده از ایستگاههای بالادست و محل سد، تدوین قوانین بهره برداری از دریچه ها با انتخاب الگوها و اجرای این قوانین قبل از رسیدن و یا در زمان ورود سیل به مخزن و همچنین بهینه سازی سیستم انحراف در چنین حالتی محدود می شود.

۱-۴- روش کار

در روند معمولی حل مسائل می توان از روشهای گوناگون استفاده نمود. بهینه سازی سیستم انحراف نیز از این امر جدا نبوده و می توان برای طراحی سیستم از روشهای گوناگون بهینه سازی استفاده نمود. جعبه ابزار بهینه سازی نرم افزار *MATLAB* می تواند روشهای گوناگون بهینه سازی مانند بهینه سازی ا ز مرتبه صفر، مرتبه یک ، مرتبه دو و غیره را پوشش دهد. از میان روشهای گوناگون با توجه به شرایط موجود در مسئله سیستم انحراف که دارای شرایط مرزی بوده و عملگر هزینه غیر خطی و با تعداد متغیر طراحی اندک می باشد؛ روشهایی با مقیاس متوسط غیرخطی گرادیانی و مشتق مرتبه صفر انتخاب شده است.

در مورد بهره برداری مخزن بالادست نیز، در محدوده حجم کنترل سیلاب مخزن ترازهایی به عنوان ترازهای مرزی برای اعمال سیاستهای بهره برداری انتخاب گردیده است. این ترازها خود بر اساس دبی های حدی که در آینده بیشتر مورد بررسی قرار خواهند گرفت؛ بدست می آیند پس از بدست آوردن این ترازها ، در زمان بهره برداری از مخزن در هر گام زمانی با آگاهی از تراز مخزن و میزان دبی سیلاب ورودی ، میزان رها سازی تعیین می شود.

در بخش پیش بینی سیلاب روشهای مختلفی را می توان مورد استفاده قرار داد. در این نوشتار سعی شده است از دو روش زیر برای پیش بینی سیلاب استفاده شود :

۱- روش رگرسیون خطی چند متغیره

۲- روش سیستم استنباط فازی ـ عصبی تطبیقی

در این تحقیق از پارامتر($\frac{RMSE}{M}$)[1] خطای ریشه میانگین مربعات تقسیم بر میانگین دبی ایستگاه محل سد (دبی ایستگاه مورد نظر)، برای ارزیابی و محاسبه دقت پیش بینی استفاده می شود.

۱-۵- مروری بر ادبیات موضوع

در این بخش برای پرداختن به تحقیقات پیشین می توان سه بخش جداگانه تعریف نمود بخش اول که بخش عمده و هدف اصلی موضوع این نوشتار می باشد مربوط به بهینه سازی سیستم انحراف موقت رودخانه می گردد بخش دوم و سوم که به عنوان زیر بخش های هدف اصلی مورد بررسی قرار می گیرند به ترتیب عبارتند از مدل بهره برداری دریچه و مدل پیش بینی سیلاب. در بخش بهینه سازی با توجه به عدم قطعیتهای مختلفی که می توان در نظر گرفت. تحقیقات مختلفی صورت پذیرفته است. در روشهای معمول، تنها عدم قطعیت مربوط به ذات تصادفی بودن پدیده های هیدرولوژیکی مورد استفاده قرار می گیرد که این کار برای طراحی کالورت زیر بزرگراهها توسط یانگ[۲] در سال ۱۹۷۴ [۱] و کاری[۳] در سال ۱۹۸۰ [۲] و برای پلها توسط اشنایدر و ویلسن[۴] [۳] در سال ۱۹۸۰ انجام پذیرفته است. علاوه بر کارهای فوق آقای میز[۵] [۴] در طرح بهینه سازی کالورت زیر بزرگراهها در سال ۱۹۷۴ عدم قطعیت

[1] - Root Mean Square Error
[2] -Young
[3] - Corry
[4] -Schnider & Wilson
[5] - Mays