٣٢٨٣

بسم الله الرحمن الرحيم

١١٤٦٣٤

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی و مهندسی

**پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی عمران - مهندسی آب**

# بهینه‌سازی هوشمند طراحی هیدرولیکی تونل‌های رسوبگیر رودخانه‌ای

مسعود رفیعی

**استاد راهنما:**

دکتر مسعود قدسیان

۱۳۸۸/۴/ ۱

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
شعبه مدارک

خرداد ۸۶

۱۱۴۶۳۴

۴۳۷۹۵

بسمه تعالی

# تاییدیه هیات داوران

**آقای مسعود رفیعی** پایان نامه ٦ واحدی خود را **با عنوان بهینه سازی هوشمند تونل ها ی رسوبگیر رودخانه ای** در تاریخ ۱۳۸٦/۳/۲۰ 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 عمران - مهندسی آب پیشنهاد می کنند.

| عضو هیات داوران | نام و نام خانوادگی | رتبه علمی | امضا |
|---|---|---|---|
| استاد راهنما | دکتر مسعود قدسیان | استاد | |
| استاد ناظر | دکتر غلامعلی منتظر | استادیار | |
| استاد ناظر | دکتر علی اکبر صالحی نیشابوری | دانشیار | |
| استاد ناظر | دکتر - موسوی | دانشیار | |
| مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی) | دکتر علی اکبر صالحی نیشابوری | دانشیار | |

۱۳۸۸/۴/ ۱

این نسخه به عنوان نسخه نهایی پایان نامه/رساله مورد تأیید است.

امضای استاد راهنما:

## آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

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

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» 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/ رساله دکتری نگارنده در رشته ... است که در سال ... در دانشکده ... دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر ... و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر ... از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

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

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواندخسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده‌نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب مسعود رضوی دانشجوی رشته مهندسی عمران - مهندسی آب مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: مسعود رضوی

تاریخ و امضا: ۸۶/۴/۲۷

دستورالعمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی 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 هیات علمی، دانشجویان، دانش آموختگان 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 پایان نامه‌ها / 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 پایان نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشند.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش آموختگی 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 پایان نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین نامه های 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 پایان نامه/ 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 لازم الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری خواهد بود.

**تقدیم به:**

پدر و مادر عزیزم

که وجودم برایشان همه رنج بود و وجودشان برایم همه گنج؛

توانشان رفت تا به توانایی رسم و مویشان سپیدی گرفت تا روسپید بمانم.

**تشکر وقدردانی:**

از آموزگار علم و اخلاق، جناب آقای دکتر قدسیان، که با سعه صدر فراوان راهنما و راهگشای من در انجام این تحقیق بودند بی‌نهایت سپاسگزاری و تشکر می‌نمایم.

همچنین لازم می‌دانم از آقایان دکتر صالحی نیشابوری، دکتر منتظر، دکتر دهقانی، دکتر برادران، دکتر ذاکرمشفق و دکتر مشکاتی به سبب راهنمایی‌ها و مساعدت‌های امیدبخش، صادقانه و بی‌دریغشان قدردانی و سپاسگزاری نمایم.

**چکیده:**

تونل‌های رسوبگیر معمولاً در پیشانی (headwork) یک کانال و به منظور ممانعت از ورود رسوب بیش از حد به آب برداشته شده توسط کانال آبگیر تعبیه می‌شوند. در این نوع از سازه‌های حذف کننده رسوبات، لایه‌های پررسوب آب که در نزدیکی بستر جریان دارند به درون تونل‌های رسوبگیر هدایت شده و در مقابل لایه‌های بالاتر و کم‌رسوب جریان اجازه می‌یابند که وارد کانال آبگیر شوند. گارده(Garde) و پانده(Pande) در سال ۱۹۷۶ برخی از مفاهیم انتقال رسوب در حالت یکنواخت را برای ارائه یک روش طراحی برای تونل‌های رسوبگیر به کار گرفتند. بسط این روش برای حالت رسوب غیریکنواخت نیز در سال‌های بعد توسط کوتیاری(Kothyari) و پانده(Pande) در قالب مقاله‌ای ارائه گردیده‌است. در روش‌های فوق، طراحی مطلوب از طریق انجام سعی و خطا بر روی متغیرهای طراحی امکانپذیر است.

هدف در تحقیق حاضر رسیدن به نقطه بهینه در طراحی تونل‌های رسوبگیر بوده‌است. به عبارت دیگر مطابق با توصیه‌های طراحی، هدف از این پژوهش دستیابی به طرحی بوده‌است که علاوه بر رعایت کامل مرز محدودیت‌ها و ملاحظات طراحی، بتواند با حداقل دبی عبوری از رسوبگیر($Q_{Ex}$)، بیشترین رسوب را با حداقل گرفتگی، از تونل عبور دهد. در تحقیق حاضر تلاش‌گردیده تا با استفاده از یک روش جستجوی هوشمند که قدرت عبور از مینیمم‌های محلی احتمالی را داشته باشد، ابتدا بدون در نظر گرفتن وزن و اهمیت معیارهای سنجش طرح (و با فرض اهمیت یکسان برای آنها) فضای حل مساله مورد جستجو قرار-گیرد و نتایج به دست آمده، با طراحی‌های موجود و همچنین با نتایج حاصل از بکارگیری روش Direct search (که از جمله ابزارهای نرم‌افزار MATLAB است) مقایسه گردد. در ادامه کار همچنین تلاش گردیده تا با استفاده از دیدگاه و منطق فازی، اهمیت و وزن معیارهای طراحی و شاخص‌های سنجش طرح، در انتخاب طراحی بهینه لحاظ گردد.

در پایان مراحل فوق کوشش شده‌است تا با یافتن وضعیت بهینه طراحی برای مثال‌های متعدد و داده‌های ورودی مختلف، دو گونه مختلف از شبکه‌های عصبی مصنوعی یعنی شبکه‌های MLP و RBF (که معمولاً

برای ایجاد نگاشت‌های غیرخطی از آنها استفاده می‌کنند) مورد آموزش قرارگیرند و نتایج پیش‌بینی این شبکه‌های آموزش‌دیده با نتایج روش‌های قبلی در مثال‌های واقعی مورد مقایسه و بررسی قرارگیرند.

**کلید واژه‌ها:**

طراحی هیدرولیکی، تونل رسوبگیر، الگوریتم ژنتیکی، منطق فازی، شبکه عصبی

## فهرست مطالب


**۱- مقدمه** ۱

۱-۲- رسوبگذاری و مشکلات ناشی از آن ۲

۱-۳- روش‌ها و سازه‌های کنترل رسوب ۴

۱-۴- کنترل بار بستر ۴

۱-۵- کنترل بار معلق ۵

۱-۶- هدف از تحقیق حاضر ۷

**۲- تونل‌های رسوبگیر** ۸

۲-۱- مقدمه ۹

۲-۲- اصول و مبانی طراحی ۱۰

۲-۲-۱- طراحی هیدرولیکی ۱۱

۲-۲-۲- طرای بر اساس تئوری انتقال رسوب ۱۲

۲-۲-۲-۱- محاسبه با رسوب کف از روش ساماگا و همکاران ( ۱۹۸۶ ) ۱۳

۲-۲-۲-۲- محاسبه با رسوب معلق ( روش پیشنهادی ساماگا و همکاران (۱۹۸۵)) ۱۶

۲-۲-۲-۳- سرعت درون رسوبگیر ۲۲

۲-۲-۳- طراحی بر اساس قیود و ملاحظات ۲۴

۲-۳- روند طراحی ۲۵

۲-۴- نمونه‌هایی از طراحی‌های انجام شده ۲۹

**۳- اصول طراحی بهینه تونل‌های رسوبگیر و معادلات حاکم** ۳۵

۳-۱- مقدمه ۳۶

۳-۲- بررسی شرایط مساله طراحی تونل رسوبگیر ۳۶

۳-۳- انتخاب یک شیوه مناسب بهینه یابی ۴۱

**۴- استفاده از روش جستجوی ژنتیکی در طراحی تونل‌های رسوبگیر** ۴۵

۴-۱- مقدمه ۴۶

۴-۳- الگوریتم ژنتیکی چیست؟ ۴۹

۴-۳-۱- گام به گام با الگوریتم ژنتیک ۵۰

۴-۳-۲- برخی اصطلاحات در الگوریتم ژنتیک ۵۱

۴-۴- استفاده از الگوریتم ژنتیک در بهینه سازی طراحی تونل رسوبگیر ۵۵

۴-۵- بررسی نتایج ۶۶

**۵- استفاده از منطق فازی در طراحی بهینه تونل رسوبگیر** ۶۹
۵-۱- مقدمه ۷۰
۵-۲- تئوری مجموعه‌های فازی و کاربرد آن در مسائل مهندسی ۷۰
۵-۳- روش تحلیل سلسله مراتب فازی ۷۲
۵-۴- استفاده از روش AHP فازی برای رفع مشکل وزن‌ها در طراحی تونل رسوبگیر ۷۶
۵-۵- انتخاب طرح بهینه با تابع هدف جدید ۷۹
۵-۶- مقایسه عملی نتیجه جستجوی ژنتیکی با یک روش جستجوی دیگر ۸۴
۵-۷- بررسی تاثیر محدودیت انتخاب عرض رسوبگیر در طراحی بهینه ۹۰
**۶- استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در طراحی بهینه تونل‌های رسوبگیر** ۹۴
۶-۱- مقدمه ۹۵
۶-۲- شرح مختصری درباره شبکه‌های عصبی مصنوعی ۹۶
۶-۳- ویژگی‌های شبکه عصبی مصنوعی ۹۷
۶-۴- معرفی شبکه‌های عصبی مصنوعی ۹۷
۶-۴-۱- شبکه پرسپترون چند لایه ۹۷
۶-۴-۲- شبکه مبتنی بر تابع شعاعی ۹۹
۶-۵- استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در طراحی بهینه تونل رسوبگیر: ۱۰۰
۶-۶- طراحی شبکه عصبی ۱۰۲
۶-۷- نحوه ارزیابی کلی عملکرد مدل‌های شبکه عصبی ۱۰۳
۶-۷-۱- شبکه MLP آموزش یافته با یک لایه پنهان ۱۰۴
۶-۷-۲- شبکه MLP آموزش یافته با دو لایه پنهان ۱۰۶
۶-۷-۳- شبکه RBF ۱۰۸
۶-۸- ارزیابی نهایی روی شبکه‌های آموزش دیده ۱۱۰
۶-۹- استفاده از شبکه عصبی منتخب در طراحی تونل‌های رسوبگیر در پروژه‌های Narora، Eastern kosi و Lower sarda ۱۱۳
**۷- نتیجه گیری و ارائه پیشنهاد** ۱۱۹
**منابع و مآخذ** ۱۲۳
**واژه‌نامه** ۱۲۵
**چکیده انگلیسی** ۱۲۷
**عنوان انگلیسی** ۱۲۸

# -١-

# مقـــدمـه

## ۱-۱- مقدمه:

آبگیری از رودخانه‌ها یکی از قدیمی‌ترین فعالیت‌های بشر در زمینه مهندسی هیدرولیک بوده‌است. با این وجود، طراحی یک سازه آبگیر در رودخانه طبیعی، امروزه نیز مهم به شمار می‌رود. مشکل اساسی در این زمینه ناشی از وجود مقادیر قابل توجه رسوبات در جریان است. به همین دلیل چگونگی جلوگیری از ورود رسوبات به آبگیر، مشکل همیشگی طراحان این نوع سازه‌ها بوده‌است. دستیابی به مبانی تئوریک و نحوه طراحی تاسیسات کنترل رسوب در رودخانه ها، آبگیرها و شبکه-های آبرسانی، از جمله مسایلی است که مهندسین و محققین طراح تاسیسات آبی با آن مواجه هستند. این موضوع از آنجا ناشی می‌شود که در صورت عدم وجود تاسیسات کنترل رسوب مناسب، شبکه-های انتقال، مخازن سدها و مناطق وسیع کشاورزی از رسوبات انباشته شده و کارآیی مفید خود را از دست می‌دهند. عدم امکان کنترل رسوب و نداشتن اطلاعات جامع در این زمینه هزینه‌های زیادی را چه در ساختن تاسیسات جدید به جای تاسیسات قدیمی و چه در لایروبی کانال‌ها به وجود آورده-است. در ایران به علت آب و هوای نیمه خشک، پوشش کم زمین‌ها و فصلی بودن برخی رودخانه‌ها مشکل فوق حادتر است. از آنجا که شبکه‌های آبرسانی و سدهای مخزنی و انحرافی سریعاً در حال گسترش می‌باشند اهمیت موضوع بیشتر می‌شود.

## ۱-۲- رسوبگذاری و مشکلات ناشی از آن

رسوبات اگر ریزدانه باشند برای زمین‌های کشاورزی مفید هستند، لیکن به طور کـــلی از پدیده رسوب به عنوان یک عامل مشکل‌زا نام برده می شود. به طور خلاصه مشکـــلات ناشی از رسوبگذاری مواد رسوبی در رودخانه‌ها را می توان در موارد زیر دانست[۵]:

۱- ایجاد جزایر کوچک رسوبی در مسیر رودخانه‌ها در اثر ته‌نشینی رسوبات که ظرفیت انتقال جریان به خصوص جریان‌های سیلابی را در رودخانه کاهش می‌دهد. این عامل همچنین باعث شریانی و منحرف شدن جریان در رودخانه می‌شود.

۲- رسوبگذاری در مخازن پشت سدها و در نتیجه کاستن از ظرفیت ذخیره مخزن، از دیگر مشکلات ناشی از رسوب در رودخانه است. البته آبی که در پایین دست سد جریان دارد آب تقریباً عاری از رسوب و ممکن است باعث فرسایش و عمیق شدن بستر رودخانه شود.

۳- رسوبگذاری در مسیل رودخانه‌ها در هنگام سیلاب و در نتیجه وارد کردن خسارت به بناها و مناطق کشاورزی نیز از معایب رسوب است.

۴- رسوبگذاری در کف و در نتیجه کم شدن عمق رودخانه ممکن است مشکلاتی را برای کشتیرانی به وجود آورد.

۵- ذرات رسوبی در حین انتقال باعث وارد کردن خسارت به توربین‌ها و پره‌ها، پمپ‌ها، پایه-های پل، پوشش کانال‌ها و سایر تاسیسات موجود می‌شوند.

۶- در محل ورود رودخانه به دریا، پدیده رسوبگذاری سبب ایجاد دلتا و جزایر رسوبی می‌شوند که باعث بروز مشکلاتی برای جریان رودخانه و زمین‌های اطراف می‌شود.

۷- رسوبات ورودی به آبگیرهایی که به عنوان یک سیستم انحراف آب در رودخانه استفاده می-شوند، موجب بروز مشکلاتی برای تاسیسات فوق شده و ظرفیت آبرسانی را کاهش می-دهند.

از آنجا که بحث کنترل رسوب در رودخانه‌ها ارتباط نزدیکی با آبگیری و انحراف آب از رودخانه دارد و جلوگیری از ورود رسوبات به کانال آبگیر از ملزومات مهم یک سیستم انحراف است، در ادامه به شرح مختصری در این ارتباط پرداخته می‌شوند.

## ۱-۳- روش‌ها و سازه‌های کنترل رسوب

برای مقابله با مشکلات ایجاد شده توسط رسوبات موجود در رودخانه ابتدا باید طبیعت و مکانیزم حرکت رسوب شناخته شده و عوامل موثر در فرسایش شناسایی گردد. سپس مقدار و میزان مواد رسوبی حمل شده تعیین و محاسبه شود تا بتوان در طراحی سازه‌های آبی مورد نظر استفاده نمود.

نحوه توزیع رسوبات در عمق جریان اهمیت زیادی در طراحی سازه‌های کنترل رسوبات مورد استفاده در آبگیرها دارند. تجربه نشان می‌دهد که جلوگیری از ورود بار بستر نسبت به بار معلق ساده‌تر است.

در ادامه انواع سازه‌های رسوبگیر بر اساس عملکرد و محل قرارگیری آنها در انحراف آب از رودخانه مطرح خواهد شد.

از لحاظ عملکرد سازه‌های کنترل رسوب در سیستم انحراف آب از رودخانه می توان به کنترل بار بستر و کنترل بار معلق اشاره نمود که در زیر به آن پرداخته می‌شود.

## ۱-۴- کنترل بار بستر

روش‌ها و تکنیک‌های متعددی برای جداسازی رسوبات نزدیک کف وجود دارد. صرفنظر از برخی تفاوت‌ها، همه این روش‌ها در یک اصل اشتراک دارند که آن جداسازی لایه‌های بالایی کم‌رسوب از لایه‌های پایینی پررسوب است. به دلیل وجود پاره‌ای از تفاوت‌ها سه گروه عمده در این بخش قابل تعریف می‌باشند:

گروه ۱: شامل تکنیک‌هایی هستند که بر اساس راندن رسوبات[1] عمل می‌نمایند. در این حالت به لایه-های بالایی جریان اجازه ورود به آبگیر داده می‌شود و لایه‌های پایینی به بخش پایین‌دست جریان رودخانه هدایت می‌گردند. انواع آستانه‌های مستغرق[2] و موانع می‌توانند در این روش برای جلوگیری از ورود رسوبات به کار گرفته شوند. در بسیاری از حالات نیز وجود جریان‌های ثانویه طبیعی که

1 - Sediment rejection
2 - Submerged sills

الگوی جریان مطلوبی را در نزدیکی آبگیر ایجاد می‌نمایند، برای این منظور مفید است. در حالتی که الگوی جریان مطلوبی موجود نباشد از تکنیک‌های غالباً کمکی مانند دیواره‌های آبشکن[1]، دیواره‌های هادی[2]، آستانه‌های طره‌ای[3]، و غیره استفاده می‌شود.

گروه ۲: شامل تکنیک‌هایی هستند که بر مبنای اصل تخلیه رسوبات[4] عمل می‌نمایند. برخلاف حالت راندن رسوبات، از ورود بخش پایینی مملو از رسوب جریان در ورودی به آبگیر جلوگیری نمی‌شود. عمل جداسازی آب و رسوبات با تقسیم جریان به دو بخش بالایی و پایینی، با استفاده از یک کف-بند[5] افقی صورت می‌پذیرد. بخش بالایی محتوی آب کم‌رسوب با توجه به هدف مورد نظر منحرف می شود و بخش پایینی محتوی رسوبات به وسیله تونل‌های رسوبگیر و دریچه‌های شستشو به پایین-دست هدایت می‌گردد.

گروه ۳: شامل روش‌هایی است که در آنها رسوبات از طریق شکاف‌هایی تخلیه شده یا بوسیله سیستم‌های رسوبگیر[6] در کف به دام انداخته می‌شوند. یک نمونه مشخص از این تکنیک مجاری رسوبگیر گردابی[7] است. محتویات مجرا به یک حوضچه یا کانال زهکشی تخلیه می‌شود و امکان کنترل رسوبات فراهم می‌گردد.[۴]

### ۱-۵- کنترل بار معلق

جلوگیری از ورود رسوبات معلق به آبگیر، خصوصاً وقتی که بیشتر به صورت یکنواخت در عمق جریان توزیع شده باشد، دشوار است. یک راه آن است که امکان ته‌نشینی رسوبات پیش از انجام انحراف فراهم گردد. به عبارت دیگر سرعت جریان کاهش یابد که یک بند انحرافی نیز باید به همراه

---

[1] - Groyne walls
[2] - Guide walls
[3] - Cantilever sills
[4] - Sediment extraction
[5] - Apron
[6] - Sediment ejector
[7] - Vortex tube

آبگیر موجود باشد. در چنین حالتی فرآیند ته‌نشینی در منطقه پس‌زدگی جریان در پشت بند آغاز می‌شود. به هر صورت در این شرایط نیز ته‌نشینی کامل رسوبات جریان به سختی صورت خواهد‌پذیرفت مگر آنکه مخزن بسیار بزرگ باشد. از سوی دیگر رسوبگذاری در بالادست بند انحرافی و در مخزن می‌تواند مشکلات تازه‌ای به وجود آورد، به ویژه در زمانی که باید مقادیر قابل توجهی از آب به پایین‌دست هدایت گردد. بدین‌خاطر، خارج‌سازی رسوبات معلق معمولاً پس از انحراف صورت می‌پذیرد.

با توجه به مطالب عنوان شده، انواع سازه‌های رسوبگیر را بر اساس محل قرارگیری آنها نیز می‌توان به دو دسته زیر تقسیم نمود [۴]:

۱- سازه‌های بازدارنده[1]: این سازه‌ها در دهانه آبگیر و قسمت ورودی آن، در داخل رودخانه احداث می‌شوند که سازه‌های حذف‌کننده رسوبات[2] نیز خوانده می‌شوند. از جمله سازه‌های فوق می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- سازه‌های جداکننده لایه فوقانی کم‌رسوب و تحتانی پررسوب از جریان
- سازه‌های منحرف‌کننده جریان پررسوب در جلوی آبگیر

۲- سازه‌های علاج بخش[3]: این سازه بعد از آبگیری از رودخانه و داخل کانال آبگیر قرار می‌گیرند که به سازه‌های خارج کننده رسوبات[4] معروف هستند. از جمله سازه‌های فوق می‌توان موارد زیر را نام‌برد:

- حوضچه‌های ترسیب طولی
- حوضچه‌های رسوبگیر گردابی
- رسوبگیر لوله‌ای گردابی

---

[1] - Preventive
[2] - Sediment excluders
[3] - Curative
[4] - Sediment ejectors

### ۱-۶- هدف از تحقیق حاضر

در اکثر مواردی که با فرایند « طراحی» مواجه هستیم، در زمینه‌های مختلف علمی و عملی، طراح معمولاً با رسیدن به اولین طرح قابل قبول که در آن نتایج محاسبات، مرز محدودیت‌ها را رعایت کرده‌باشد، طراحی را خاتمه می‌دهد و یا گاهی با توجه به معیارهایی که برای یک طرح مناسب وجود دارد، از میان چند طرح، موردی را انتخاب می‌کند که علاوه بر رعایت حدود و قیود، از نظر معیارهای ارزشمندی طرح نیز واجد ارزش و نمره بالایی در میان سایر طرح‌های موجود باشد.

در سال‌های اخیر با توجه به رشد و پیشرفت دانش بشری و ساخت رایانه‌های با سرعت بالا در محاسبات، طراحان گامی فراتر نهاده‌اند و سعی می‌کنند در طراحی به نقطه‌ای برسند که از نظر منطقی و ریاضی، بهترین نقطه و فاقد جایگزین بهتر باشد. اما از آنجائی که توانمندی کامپیوترها چه در بخش سخت‌افزار و چه نرم‌افزار، محدود به ایده‌ها و خلاقیت‌های ذهن انسان است، هنوز نمی‌توان مدعی شد که معمای نقطه بهینه در همه مسائل، براحتی قابل حل است و مسائل زیادی را می‌توان بر-شمرد که روش‌های سنتی و کلاسیک از حل آنها عاجزند.

هدف از این تحقیق، رسیدن به نقطه بهینه در طراحی تونل‌های رسوبگیر است. برای رسیدن به این هدف، ما به دنبال رسیدن به طرحی هستیم که علاوه بر رعایت کامل مرز محدودیت‌ها و ملاحظات طراحی، بتواند با حداقل دبی رسوبگیر ($Q_{Ex}$)، بیشترین رسوب را با حداقل گرفتگی، از تونل عبور دهد. برای نیل به این مقصود برای اولین بار در این تحقیق از روش‌های نوین و هوشمندی نظیر الگوریتم ژنتیکی، شبکه‌های عصبی مصنوعی و همچنین منطق فازی استفاده شده‌است.

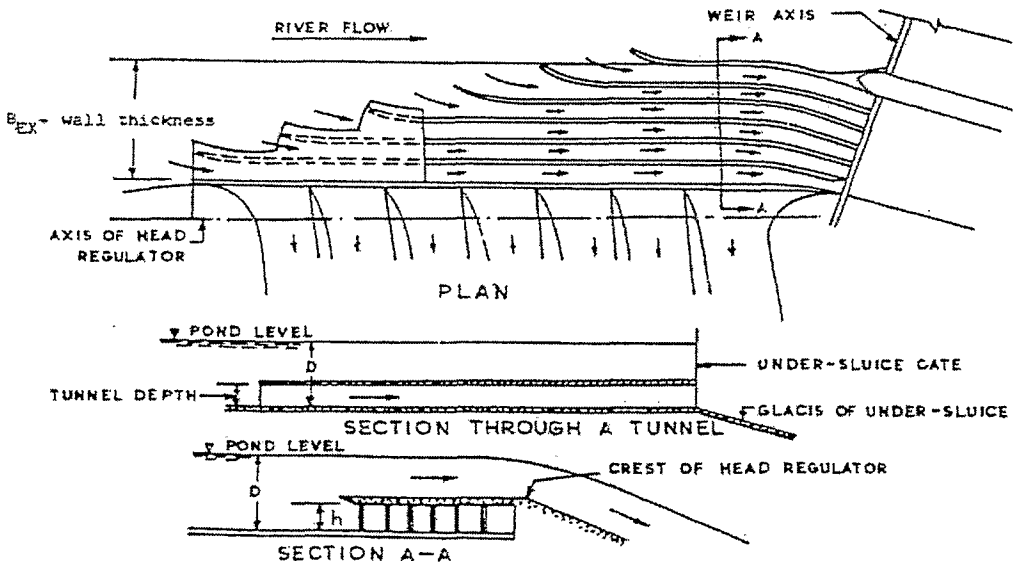
در فصل بعد درباره تونل‌های رسوبگیر و مبانی طراحی آنها صحبت خواهیم‌کرد. این سازه در دسته سازه‌های بازدارنده و در گروه سازه‌های جداکننده لایه فوقانی و تحتانی جریان دسته‌بندی می‌شود.در ادامه نیز بحث بهینه سازی و استفاده از روش‌های نوین و هوشمند در طراحی بهینه این سازه رسوبگیر مطرح خواهد شد.

# - ۲ -

# تونل‌های رسوبگیر

## ۲-۱- مقدمه:

مساله کنترل رسوب ورودی به کانال‌هایی که از جریان‌های حاوی رسوب آبگیری می‌کنند، از گذشته تا به حال مورد توجه زیادی بوده‌است. تونل‌های رسوبگیر معمولاً در پیشانی(headwork) یک کانال و به منظور ممانعت از ورود رسوب بیش از حد، به آب برداشته شده توسط کانال، تعبیه می‌شوند. در این وضعیت آب حاوی رسوب بیشتر، که اصولاً در نزدیکی بستر جریان دارد، اجباراً داخل تونل تعبیه شده جریان می‌یابد. این جریان پررسوب ممکن است از طریق دریچه‌های زیر بند به رودخانه بازتخلیه شود. آب نسبتاً کم‌رسوب نیز که در لایه‌های بالاتر جریان دارد، اجازه می‌یابد تا وارد کانال شود. شکل (۲-۱) یک تیپ طراحی از این رسوبگیرها را نمایش می‌دهد. تونل‌هایی که هدایت رسوبات را به عهده دارند، موازی با راستای تنظیم کننده کانال آبگیر(head regulator)، طراحی می‌شوند. این تونل‌ها که معمولاً طول و عرض‌های متفاوتی دارند، همگی به دریچه‌های زیر بند ختم می‌شوند.




شکل ۲-۱- تیپ کلی طراحی تونل‌های رسوبگیر