



دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد

## بررسی جامع و انتقادی مدل های آبشستگی پایین دست سازه های آبی

سمیرا علیلو

استاد راهنما

دکتر سعید رضا خداشناس

استاد مشاور

مهندس محمد رضا اکبرزاده

اردیبهشت ۱۳۹۱



دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آب

این پایان نامه کارشناسی ارشد توسط سمیرا علیلو دانشجوی مقطع رشته سازه های آبی در تاریخ ۹۱/۲/۳۰ در حضور هیات داوران دفاع گردید.  
پس از بررسی های لازم، هیات داوران این پایان نامه را با نمره عدد حروف و با درجه مورد تایید قرار داد.

عنوان پایان نامه: بررسی جامع و انتقادی مدل های آب بستگی پایین دست سازه های آبی

<u>امضاء</u>	<u>موسسه / دانشگاه</u>	<u>گروه</u>	<u>مرتبه علمی</u>	<u>نام و نام خانوادگی</u>	<u>سمت در هیات داوران</u>
	فردوسی مشهد	مهندسی آب	دانشیار	دکتر خدانشناس	استاد راهنما
	فردوسی مشهد	مهندسی آب	مربی	مهندس اکبرزاده	استاد مشاور
	فردوسی مشهد	منابع طبیعی	دانشیار	دکتر مساعدی	داور
	فردوسی مشهد	مهندسی آب	استادیار	دکتر اسماعیلی	داور
	فردوسی مشهد	مهندسی آب	استادیار	دکتر ضیایی	نماینده تحصیلات تکمیلی

## تعهد نامه

عنوان پایان نامه: مطالعه جامع و انتقادی مدل های آبشستگی پایین دست سازه های آبی

اینجانب سمیرا علیلو کارشناسی ارشد رشته سازه های آبی

دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تحت راهنمایی دکتر سعیدرضا خدائشناس متعهد می شوم:

- نتایج ارائه شده در این پایان نامه حاصل مطالعات علمی و عملی اینجانب بوده، مسئولیت صحت و اصالت مطالب مندرج را به طور کامل بر عهده می گیرم.
- در خصوص استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد نظر استناد شده است.
- مطالب مندرج در این پایان نامه را اینجانب یا فرد دیگری به منظور اخذ هیچ نوع مدرک یا امتیازی تاکنون به هیچ مرجعی تسلیم نکرده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد. مقالات مستخرج از پایان نامه، ذیل نام دانشگاه فردوسی مشهد (Ferdowsi University of Mashhad) به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت خواهد شد.
- در خصوص استفاده از موجودات زنده یا بافتهای آنها برای انجام پایان نامه، کلیه ضوابط و اصول اخلاقی مربوطه رعایت شده است.

تاریخ

نام و امضاء دانشجو

### مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد و بدون اخذ اجازه کتبی از دانشگاه قابل واگذاری به شخص ثالث نیست.
- استفاده از اطلاعات و نتایج این پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.

## چکیده

از آنجایی که ایجاد حفره ی آبستگی امکان ناپایداری سازه ی اطراف حفره را تشدید می کند، یکی از مهمترین موضوعات تحقیقاتی که در علم هیدرولیک مطرح است، آبستگی ایجاد شده توسط جریان عبوری از اطراف سازه های هیدرولیکی است. در راستای بررسی هرچه بهتر پدیده آبستگی، به جمع بندی نتایج مطالعات پیشین انجام شده در این زمینه پرداخته شده است و سپس مقایسه نتایج آزمایشگاهی محققین مختلف در قالب مدل های ارائه شده برای محاسبه عمق نهایی آبستگی، بصورت جداگانه برای هر سازه که در واقع هدف اصلی از گردآوری این تحقیق می باشد صورت پذیرفته است. سازه های بررسی شده در این تحقیق عبارتند از: دریچه کشویی، آبشار قائم، پرتاب کننده جامی، سرریز لوله ای، کالورت و حوضچه آرامش. در راستای تحلیل و مقایسه هرچه بهتر نتایج محققین مختلف، در موارد لازم به استخراج مدل با استفاده از نرم افزار SPSS و داده های استخراج شده از اشکال ارائه شده توسط محققین اقدام شده است. همچنین با استفاده از نرم افزار SPSS یک مدل جداگانه برای تخمین آبستگی پایین دست هر سازه ارائه شده است که نتایج قابل قبول تری نسبت به سایر مدل های ارائه شده توسط محققین بدست می دهد. نتایج مقایسات حاکی از تشابه پروفیل های بی بعد آبستگی صرفنظر از شرایط مختلف می باشد. همچنین نتایج نشان می دهند که به علت پیچیدگی زیاد این پدیده نیاز به انجام مطالعات و آزمایشات بیشتر در این زمینه وجود دارد و ارائه یک رابطه قابل کاربرد در تمامی شرایط برای پیش بینی عمق ماکزیمم آبستگی امکان پذیر نمی باشد. بررسی مدل های ارائه شده در زمینه گسترش زمانی آبستگی از دیگر زمینه های بررسی شده در این تحقیق می باشد که نشان می دهد گسترش زمانی آبستگی در سازه های مختلف از روند نسبتاً مشابهی برخوردار می باشد. در زمینه روش های جلوگیری از آبستگی به بررسی سه روش محافظ بستر (کف بند صلب، سنگ چین، صفحات توری)، تهویه جت، حوضچه استغراق پرداخته شده است. نتایج بدست آمده حاکی از این امر می باشد که استفاده از محافظ بستر در پایین دست دریچه ها بصورت استفاده توأم از سنگ چین و کف بند صلب، احداث حوضچه استغراق در محل اصابت جت ریزشی و تهویه این جت ها راه حل مناسبی برای پیشگیری از وقوع آبستگی به شمار می روند.

**کلیدواژه ها:** آبشار قائم، پرتاب کننده جامی، سرریز لوله ای، دریچه قائم، مدل آبستگی

## فهرست مطالب

### فصل اول- کلیات

- ۱-۱- مقدمه..... ۱
- ۲-۱- ضرورت انجام تحقیق..... ۲
- ۳-۱- اهداف تحقیق..... ۳
- ۴-۱- مراحل انجام تحقیق..... ۳

### فصل دوم- بررسی منابع

- ۱-۲- مقدمه..... ۵

### فصل سوم- مواد و روش ها

- ۱-۳- انواع سازه های آبی بررسی شده در رساله..... ۱۵
- ۲-۳- تعریف پارامترها..... ۱۷
- ۳-۳- روش های تعیین عمق آبستگي..... ۱۷
- ۳-۳-۱- معادلات تجربی..... ۱۷
- ۳-۳-۱-۱- معادلات تعیین حداکثر عمق آبستگي..... ۱۷
- ۳-۳-۱-۲- معادلات تجربی تعیین پروفیل آبستگي..... ۲۳
- ۳-۳-۱-۳- معادلات تجربی تعیین تغییرات زمانی آبستگي..... ۳۲
- ۳-۳-۲- شبکه های عصبی..... ۳۳
- ۴-۳- روش های جلوگیری از آبستگي..... ۳۴
- ۴-۳-۱- محافظ بستر..... ۳۴
- ۴-۳-۲- تهویه..... ۳۹
- ۴-۳-۳- حوضچه استغراق..... ۴۱
- ۵-۳- شاخص های آماری..... ۴۵

### فصل چهارم- نتایج و بحث

- ۱-۴- تحلیل و مقایسه روش های تعیین عمق آبستگي..... ۴۷
- ۱-۴-۱- تحلیل و مقایسه روابط تجربی..... ۴۷
- ۱-۴-۱-۱- تحلیل و مقایسه روابط تجربی تعیین عمق آبستگي..... ۴۷
- ۱-۴-۱-۲- معادلات تجربی تعیین پروفیل آبستگي..... ۶۶
- ۱-۴-۱-۳- معادلات تجربی تعیین تغییرات زمانی آبستگي..... ۷۱

۷۳.....	۲-۱-۴- شبکه عصبی.....
۷۵.....	۲-۴- تحلیل و مقایسه روش های پیشگیری از آبخستگی.....
۷۵.....	۱-۲-۴- تحلیل و مقایسه روش های پیشگیری از آبخستگی پایین دست دریچه قائم.....
۷۵.....	۲-۴-۱-۱- محافظ بستر.....
۸۰.....	۲-۲-۴- تحلیل و مقایسه روش های پیشگیری از آبخستگی پایین دست جت های ریزشی.....
۸۰.....	۲-۲-۴-۱- حوضچه استغراق.....
۸۱.....	۲-۴-۳- تهویه جت آب.....
۸۳.....	۳-۴- جمع بندی مدل های ارائه شده در تحقیق حاضر.....

### فصل پنجم- نتیجه گیری و پیشنهادات

۸۵.....	۱-۵- نتیجه گیری.....
۸۷.....	۲-۵- پیشنهادات.....
۸۹.....	منابع.....
۹۷.....	پیوست ها.....

## فهرست شکل ها

- شکل ۱-۱. تقسیم بندی تحقیقات انجام گرفته در پایان نامه..... ۴
- شکل ۱-۳. انواع آبستتگی موضعی در برخی از سازه های هیدرولیکی بررسی شده در این تحقیق..... ۱۶
- شکل ۲-۳. طرح کلی پروفیل آبستتگی..... ۲۴
- شکل ۳-۳. پروفیل گودال آبستتگی در پایین دست دریچه برای پایاب های مختلف (هلالات ناصریان ۱۳۸۶)..... ۲۴
- شکل ۳-۴. پروفیل های گودال آبستتگی در اعماق پایاب مختلف (امید و همکاران ۱۳۸۸)..... ۲۵
- شکل ۳-۵. پروفیل های بی بعد آبستتگی (راجاراتنام و ادربیج ۱۹۹۲)..... ۲۵
- شکل ۳-۶. تأثیر عمق پایاب بر پروفیل آبستتگی (بلاچاندار و هاگل ۲۰۰۱)..... ۲۶
- شکل ۳-۷. پروفیل طولی حفره آبستتگی (رنجبر و همکاران ۱۳۸۵)..... ۲۹
- شکل ۳-۸. پروفیل طولی حفره آبستتگی (سلامتیان و همکاران ۱۳۸۶)..... ۲۹
- شکل ۳-۹. پروفیل طولی حفره آبستتگی (جهرمی و هلالات ناصریان ۱۳۸۶)..... ۳۰
- شکل ۳-۱۰. نحوه تخمین T در آزمایشات سامر و وایت هاوس (دی و سرکار ۲۰۰۶)..... ۳۳
- شکل ۳-۱۱. نمونه ای از یک الگوریتم شبکه ی عصبی..... ۳۴
- شکل ۳-۱۲. تغییرات عمق حداکثر آبستتگی بر حسب عمق پایاب  $F_0=8/3$  (امید و همکاران)..... ۳۵
- شکل ۳-۱۳. تغییرات عمق حداکثر آبستتگی بر حسب عمق پایاب  $F_0=13/7$  (امید و همکاران)..... ۳۵
- شکل ۳-۱۴. انواع صفحات توری بکار رفته توسط راجاراتنام و ادربیج (۱۹۹۳)..... ۳۶
- شکل ۳-۱۵. تجهیزات آزمایشگاهی ویلین و همکاران..... ۳۹
- شکل ۳-۱۶. حوضچه استغراق سد Vouglans..... ۴۲
- شکل ۴-۱. مقایسه نتایج بدست آمده از معادلات تجربی تعیین عمق آبستتگی پایین دست دریچه قائم..... ۴۸
- شکل ۴-۲. نتایج بدست آمده از مدل با ۷۰ درصد داده ها..... ۴۹
- شکل ۴-۳. نتایج بدست آمده از مدل با ۳۰ درصد داده ها..... ۴۹
- شکل ۴-۴. مقایسه نتایج بدست آمده از معادلات تجربی تعیین عمق آبستتگی پایین دست آبشار قائم..... ۵۱

- شکل ۴-۵. نتایج بدست آمده از مدل با ۷۰ درصد داده ها..... ۵۳
- شکل ۴-۶. نتایج بدست آمده از مدل با ۳۰ درصد داده ها..... ۵۳
- شکل ۴-۷. مقایسه نتایج بدست آمده از معادلات تجربی تعیین عمق آبشستگی پایین دست سرریز لوله ای..... ۵۴
- شکل ۴-۸. نتایج بدست آمده از مدل با ۷۰ درصد داده ها..... ۵۶
- شکل ۴-۹. نتایج بدست آمده از مدل با ۳۰ درصد داده ها..... ۵۶
- شکل ۴-۱۰. مقایسه نتایج بدست آمده از معادلات تجربی تعیین عمق آبشستگی پایین دست سرریز جامی..... ۵۷
- شکل ۴-۱۱. نتایج بدست آمده از مدل با ۷۰ درصد داده ها..... ۵۹
- شکل ۴-۱۲. نتایج بدست آمده از مدل با ۷۰ درصد داده ها..... ۵۹
- شکل ۴-۱۳. مقایسه نتایج بدست آمده از معادلات تجربی تعیین عمق آبشستگی پایین دست کالورت..... ۶۱
- شکل ۴-۱۴. نتایج بدست آمده از مدل با ۷۰ درصد داده ها..... ۶۳
- شکل ۴-۱۵. نتایج بدست آمده از مدل با ۳۰ درصد داده ها..... ۶۳
- شکل ۴-۱۶. مقایسه نتایج بدست آمده از معادلات تجربی تعیین عمق آبشستگی پایین دست حوضچه آرامش..... ۶۴
- شکل ۴-۱۷. نتایج بدست آمده از مدل با ۷۰ درصد داده ها..... ۶۶
- شکل ۴-۱۸. نتایج بدست آمده از مدل با ۳۰ درصد داده ها..... ۶۶
- شکل ۴-۱۹. مقایسه پروفیل های آبشستگی پایین دست دریاچه قائم..... ۶۷
- شکل ۴-۲۰. مقایسه پروفیل های آبشستگی پایین دست جت های ریزشی..... ۶۸
- شکل ۴-۲۱. پروفیل های آبشستگی پایین دست دریاچه در اعماق پایاب مختلف..... ۶۹
- شکل ۴-۲۲. نتایج بدست آمده از مدل تحقیق حاضر..... ۷۰
- شکل ۴-۲۳. مقایسه روابط تجربی تغییرات زمانی آبشستگی..... ۷۱
- شکل ۴-۲۴. نتایج بدست آمده برای تغییرات زمانی آبشستگی..... ۷۲
- شکل ۴-۲۵. مقایسه ۵ روش ANFIS,MLP,RBF,BEP,KNN..... ۷۴



- شکل ۴-۲۶. مقایسه نتایج بدست آمده از معادلات تجربی تعیین عمق آبشستگی پایین دست دریاچه در حضور کف بند صاف. ۷۶.....
- شکل ۴-۲۷. نتایج بدست آمده از مدل با ۷۰ درصد داده ها. ۷۸.....
- شکل ۴-۲۸. نتایج بدست آمده از مدل با ۳۰ درصد داده ها. ۷۸.....
- شکل ۴-۲۹. مقایسه روش های مختلف محافظت از بستر در برابر آبشستگی پایین دست دریاچه. ۷۹.....
- شکل ۴-۳۰. پروفیل های آبشستگی پایین دست سد قوسی برای مواد مختلف بستر (پی سن ۱۹۸۳). ۸۰.....
- شکل ۴-۳۱. آبشستگی در برابر سایز ذرات در سرریز های سد قوسی (پی سن ۱۹۸۳). ۸۱.....
- شکل ۴-۳۲. مقایسه نتایج بدست آمده از مدل ارائه شده توسط الف) و بیلین و همکاران ب) کانپا و هگر. ۸۱.....
- شکل ۴-۳۳. نتایج بدست آمده از مدل با ۷۰ درصد داده ها. ۸۲.....
- شکل ۴-۳۴. نتایج بدست آمده از مدل با ۳۰ درصد داده ها. ۸۲.....

## فهرست جدول ها

- جدول ۱-۲. منابع بررسی شده در این تحقیق..... ۶
- جدول ۲-۲. تحقیقات انجام شده در زمینه آبستگي سازه های آبی..... ۸
- جدول ۳-۲. تحقیقات انجام شده در زمینه آبستگي سازه های آبی..... ۱۰
- جدول ۱-۳. معادلات تجربی بدست آمده تعیین حداکثر عمق آبستگي در پایین دست دريچه قائم مطابق شکل (۳-۱-الف)..... ۱۸
- جدول ۲-۳. معادلات تجربی تعیین عمق آبستگي در پایین دست آبشار عمودی، مطابق شکل (۳-۱-ب)..... ۱۸
- جدول ۳-۳. معادلات تجربی ارائه شده تعیین حداکثر عمق آبستگي در پایین دست سرریز لوله ای مطابق شکل (۳-۱-پ)..... ۱۹
- جدول ۴-۳. معادلات تجربی تعیین حداکثر عمق آبستگي در پایین دست سرریز جامی، مطابق شکل (۳-۱-ت)..... ۲۰
- جدول ۵-۳. معادلات تجربی تعیین حداکثر عمق آبستگي در پایین دست کالورت، مطابق شکل (۳-۱-ث)..... ۲۱
- جدول ۶-۳. معادلات تجربی تعیین حداکثر عمق آبستگي در پایین دست حوضچه آرامش، مطابق شکل (۳-۱-ج)..... ۲۲
- جدول ۷-۳. معادلات تجربی تعیین پروفیل آبستگي پایین دست دريچه قائم..... ۲۷
- جدول ۸-۳. معادلات تجربی تعیین پروفیل آبستگي پایین دست جت های ریزشی..... ۳۱
- جدول ۹-۳. معادلات تجربی تعیین تغییرات زمانی آبستگي..... ۳۲
- جدول ۱۰-۳. مقیاس های طولی صفحات توری..... ۳۶
- جدول ۱۱-۳. شرایط آزمایشگاهی تحقیقات انجام شده در زمینه محافظ بستر..... ۳۸
- جدول ۱۲-۳. شرایط آزمایشگاهی تحقیقات انجام شده در زمینه تهویه جت..... ۴۰
- جدول ۱۳-۳. معادلات تجربی تعیین عمق آبستگي در حضور محافظ بستر پایین دست دريچه..... ۴۳
- جدول ۱۴-۳. معادلات تجربی ارائه شده برای تعیین عمق آبستگي در حضور تهویه جت..... ۴۴
- جدول ۱-۴. مقایسه مقایسه آماری معادلات تجربی برای تعیین عمق آبستگي پایین دست دريچه قائم..... ۵۰
- جدول ۲-۴. مقایسه آماری معادلات تجربی برای تعیین عمق آبستگي پایین دست آبشار قائم..... ۵۳
- جدول ۳-۴. مقایسه آماری معادلات تجربی برای تعیین عمق آبستگي پایین دست سرریز لوله ای..... ۵۶

- جدول ۴-۴. مقایسه آماری معادلات تجربی برای تعیین عمق آبستنگی پایین دست سرریز جامی..... ۵۹
- جدول ۴-۵. مقایسه آماری معادلات تجربی برای تعیین عمق آبستنگی پایین دست کالورت..... ۶۳
- جدول ۴-۶. مقایسه آماری معادلات تجربی برای تعیین عمق آبستنگی پایین دست حوضچه آرامش..... ۶۶
- جدول ۴-۷. مشخصات و نتایج تحقیقات انجام شده در زمینه شبکه عصبی..... ۷۳
- جدول ۴-۸. مشخصه های آماری الگوریتم های شبکه عصبی برای تعیین عمق آبستنگی..... ۷۵
- جدول ۴-۹. مقادیر پیشنهادی طول روش های حفاظتی بر اساس اهمیت سازه های هیدرولیکی (مهبودی و همکاران)..... ۷۶
- جدول ۴-۱۰. مقایسه آماری معادلات تجربی برای تعیین عمق آبستنگی بعد از دریچه در حضور محافظ بستر..... ۷۸
- جدول ۴-۱۱. مقایسه آماری معادلات تجربی تعیین عمق آبستنگی در حضور تهویه..... ۸۳
- جدول ۴-۱۲. جمع بندی مدل های ارائه شده در تحقیق حاضر..... ۸۴



## فهرست علائم و اختصارات

علامت اختصاری	معادل انگلیسی	معادل فارسی
$\Phi$	Lip angle of bucket	زاویه لبه باکت
$\Theta$	Angle of impingement	زاویه اصابت جت به سطح پایاب
$\rho$	Density of water	چگالی نسبی آب
$\rho_s$	Sediment density	چگالی نسبی ذرات
$\theta$	Static angle of sediments	زاویه ایستایی رسوبات
$\nabla$	Volume of scour hole	حجم آبشستگی
$\sigma_g$	Geometric standard deviation of sediments	انحراف معیار ذرات رسوب
A	Area	سطح مقطع
$C_a$	Concentration of air in jet	غلظت هوای جت
D	Maximum depth of scour below tail water level	عمق آبشستگی از سطح پایاب در حالت تعادل
$d_s$	Maximum scour depth	عمق آبشستگی ماکزیمم
$d_{se}$	Maximum equilibrium scour depth	عمق آبشستگی در حالت تعادل
$D_{jet}$	Jet diameter	قطر جت
$d_{se,airated}$	Scour depth with aeration	عمق آبشستگی در حضور تهویه
$D_{culvet}$	Culvert diameter	قطر کالورت
$d_{50}$	Mean sediment size	قطر متوسط ذرات
$d_{90}$	90% finer sediment size	قطری که ۹۰ درصد ذرات از آن کوچکترند
$F_0$	Dencimetric Froude number	عدد فرود دنسیمتریکی
Fr	Froud number	عدد فرود جریان
H	Head between upper (reservoir) water level and tail water level	ارتفاع ریزش
$h_a$	Flow depth on dune downstream of scoure hole	عمق آب روی برآمدگی پایین دست حفره آبشسته
$h_t$	Tailwater depth	عمق پایاب
$K_v$	Turbulence intensity	شدت تلاطم
$L_a$	Apron length	طول کف بند صلب
$L_R$	Riprap lenght	طول سنگ چین
q	Water discharge per unit width	دبی در واحد عرض
Q	Water discharge	دبی
$R_H$	Hydraulic radius	شعاع هیدرولیکی
R	Radius of bucket	شعاع باکت
s	Slope of culvert	شیب کالورت

## فهرست علائم و اختصارات

S	Height of drop	ارتفاع دراپ
t	Time	زمان
T	Time to reach equilibrium scour	زمان تعادل
U	Mean velocity of flow before scouring hole	سرعت متوسط جریان قبل از گودال آبستتگی
$U_c$	Critical velocity in 1meter depth of flow	سرعت بحرانی در عمق جریان ۱ متر
V	Issuing velocity of jet	سرعت جریان
w	Width of culvert	عرض کالورت
W	Height of spillway	ارتفاع سرریز
$w_{jet}$	Tickness of jet	ضخامت جت
$W_s$	Maximum width of scour hole	عرض حفره آبستتگی
$X_0$	Length of scour hole	طول حفره آبستتگی
$X_D$	Distance between apron to crest of dune	فاصله ابتدای حفره تا تاج برآمدگی
$Y_0$	Height between tailwater and drop	ارتفاع بین سطح پایاب تا لبه آبشار
$Y_c$	Depth of critical flow	عمق جریان بحرانی
$Y_G$	Sluice gate opening	بازشدگی دریچه
$Y_c$	Critical depth of water	عمق بحرانی جریان
Z	Height between bucket lip and tailwater	ارتفاع بین لبه باکت و سطح پایاب

## فصل اول- کلیات

### ۱-۱- مقدمه

یکی از مسائل مهم در علم هیدرولیک، آبشستگی می باشد. مکانیسم این پدیده طوری است که قبل از آنکه سازه در اثر نیروی مخرب سیل منهدم گردد، در معرض خطرات ناشی از فرسایش اطراف پی خود قرار می گیرد. تعاریف متعددی برای آبشستگی بیان شده که از آن جمله می توان به تعریف آناندال از این پدیده اشاره کرد: "آبشستگی پدیده ای است که در اثر اندرکنش آب و خاک در مجاورت سازه های هیدرولیکی بوجود آمده و گسترش آن منجر به تخریب و یا عدم کارایی چنین سازه هایی می شود" (آناندال ۲۰۰۶).

در تعریف دیگری از آبشستگی که در کتاب هیدرولیک رسوب شفاعی بچستان در سال ۱۳۷۸ آمده است، "آبشستگی به فرسایش بستر و کناره آبراهه در اثر عبور جریان آب و نیز به فرسایش بستر در پایین دست سازه های هیدرولیکی به علت شدت جریان زیاد و یا به فرسایش بستر در اثر بوجود آمدن جریان های متلاطم موضعی، اطلاق می شود" (شفاعی بچستان ۱۳۷۸).

با توجه به مکانیسم عمل آبشستگی در مکان های مختلف، آن را به دو بخش تقسیم می کنند (وزارت نیرو، ۱۳۸۰):

-آبشستگی موضعی در اثر تنگ شدگی مقطع

-آبشستگی موضعی در اطراف سازه ها

آبشستگی نوع اول در مکان هایی که سرعت جریان افزایش می یابد رخ می دهد؛ مانند کاهش مقطع رودخانه در محل پل ها. در این حالت افزایش تنش در بستر باعث کنده شدن ذرات بستر می شود. این عمل تا زمانی ادامه می یابد که سرانجام تنش وارده بر ذره بیشتر شده و ظرفیت حمل رسوب در مقطع برابر ظرفیت حمل رسوب در بالادست سازه گردد. آبشستگی نوع دوم در اثر افزایش شدت تلاطم موضعی ناشی از تغییر شرایط جریان در پایین دست سازه

های هیدرولیکی مانند حوضچه های آرامش، سرریز آزاد، باکت پرتابی و همچنین در محل پایه های پل، پیچ رودخانه ها و بطور کلی هر جا که شدت تلاطم بطور موضعی افزایش یابد به وجود می آید (وزارت نیرو، ۱۳۸۰)

مکانیسم آبستگي به علت فاکتورهای متعدد هیدرولیکی، هیدرولوژیکی و ژئولوژیکی یک پروسه بسیار پیچیده می باشد. بهمین دلیل بیشتر مطالعات آزمایشگاهی محققین به تخمین متغیرهای حاکم بر این پدیده محدود شده است. بیشتر معادلات بکار رفته برای پیش بینی عمق ماکزیمم آبستگي، تجربی می باشند و مدل های فیزیکی نیز مهمترین ابزار برای پیش بینی آبستگي پایین دست سازه های آبی هستند (الیاس و احمد محمد، ۲۰۰۸).

وقتی شرایط خاک در پایین دست سازه ای بگونه ای باشد که امکان آبستگي در محل وجود داشته باشد، انرژی آب باید قبل از بازگشت مجدد آن به رودخانه کمتر شود. برای ناقل شدن به این هدف، طراح می تواند از یک حوضچه جهش هیدرولیکی یا یک سرریز جامی، کف بند یا آبشار قائم استفاده کند (بارفوس و تولیس، ۱۹۶۷).

مطالعات آبستگي پیشینه زیادی در علم هیدرولیک و مهندسی رودخانه دارد. از طرفی سازه های آبی موجود در رودخانه ها موجب عدم تعادل در انتقال رسوب و جریان آب می گردد. بنابراین تحقیق در این زمینه لازم به نظر می رسد. پیش بینی مقدار آبستگي در مرحله طراحی و قبل از اجرای هر سازه هیدرولیکی که در مجاورت جریان آب قرار دارد، از این جهت اهمیت دارد که طراح با برآورد مقدار تقریبی آن، پی سازه هیدرولیکی را به نحوی طراحی نماید تا آبستگي ناشی از جریانهای مختلف، منجر به تخریب آن نشود. (علی مهبودی، ۱۳۸۹) حفرة های ایجاد شده در اثر آبستگي در پایین دست سازه های آبی ممکن است خطرات جدی را به همراه داشته باشد. تجربه نشان داده است که شکست های برشی و تراوش ایجاد شده در اثر پدیده آبستگي سبب خرابی در انتهای بستر حفاظت شده می شود؛ ضمن اینکه تجمع مواد فرسایش یافته با تغییر رقوم پایاب بر عملکرد خروجی سازه تأثیر می گذارد.

عمق آبستگي را عمق ناشی از فرسایش نسبت به تراز اولیه می دانند که البته در بررسی های آبستگي و اقدامات حفاظتی حداکثر عمق آبستگي را مد نظر قرار می دهند. در این تحقیق آبستگي موضعی ایجاد شده در پایین دست سازه های آبی، مورد بررسی قرار گرفته است.

## ۱-۲- ضرورت انجام تحقیق

تاکنون مطالعات بسیاری در زمینه ی آبستگي اطراف و پایین دست سازه های آبی انجام گرفته است ولی به دلیل پراکندگی اطلاعات موجود، امکان استفاده بهینه از این منابع وجود نداشته است. در این تحقیق سعی بر این است



تا با گردآوری پژوهش های انجام گرفته در این زمینه، امکان دسترسی آسان تر کاربران به یک منبع جامع و کامل فراهم گردد.

### ۱-۳- اهداف تحقیق

هدف اصلی این تحقیق بررسی مدل های تعیین آبستگي سازه های آبی و یا حفاظت از آبستگي سازه های آبی می باشد. برای نیل به این هدف اصلی، اهداف زیر دنبال خواهد شد.

۱- استخراج و بررسی مدل های آبستگي پایین دست سازه های آبی در تحقیقات داخلی و خارجی

۲- استخراج و بررسی داده های آزمایشگاهی مربوط به آبستگي سازه های آبی

۳- استخراج و بررسی مدل های حفاظت از آبستگي

۴- نقد، تحلیل و مقایسه مدل های آبستگي

۵- ارائه مدلی کاربردی برای تعیین آبستگي با توجه به تجزیه و تحلیل انجام شده

سازه هایی که مورد بررسی قرار گرفتند عبارتند از: دریچه قائم، دراپ قائم، سرریز جامی، سرریز لوله ای، کالورت، حوضچه آرامش.

### ۱-۴- مراحل انجام تحقیق

مراحل انجام این تحقیق به شرح زیر می باشد:

۱- گردآوری اطلاعات و بررسی منابع: این مرحله شامل جمع آوری اطلاعات، مدل ها و داده های آزمایشگاهی آبستگي سازه های آبی از طریق اینترنت، کتابخانه، مقالات و پایان نامه ها بوده است.

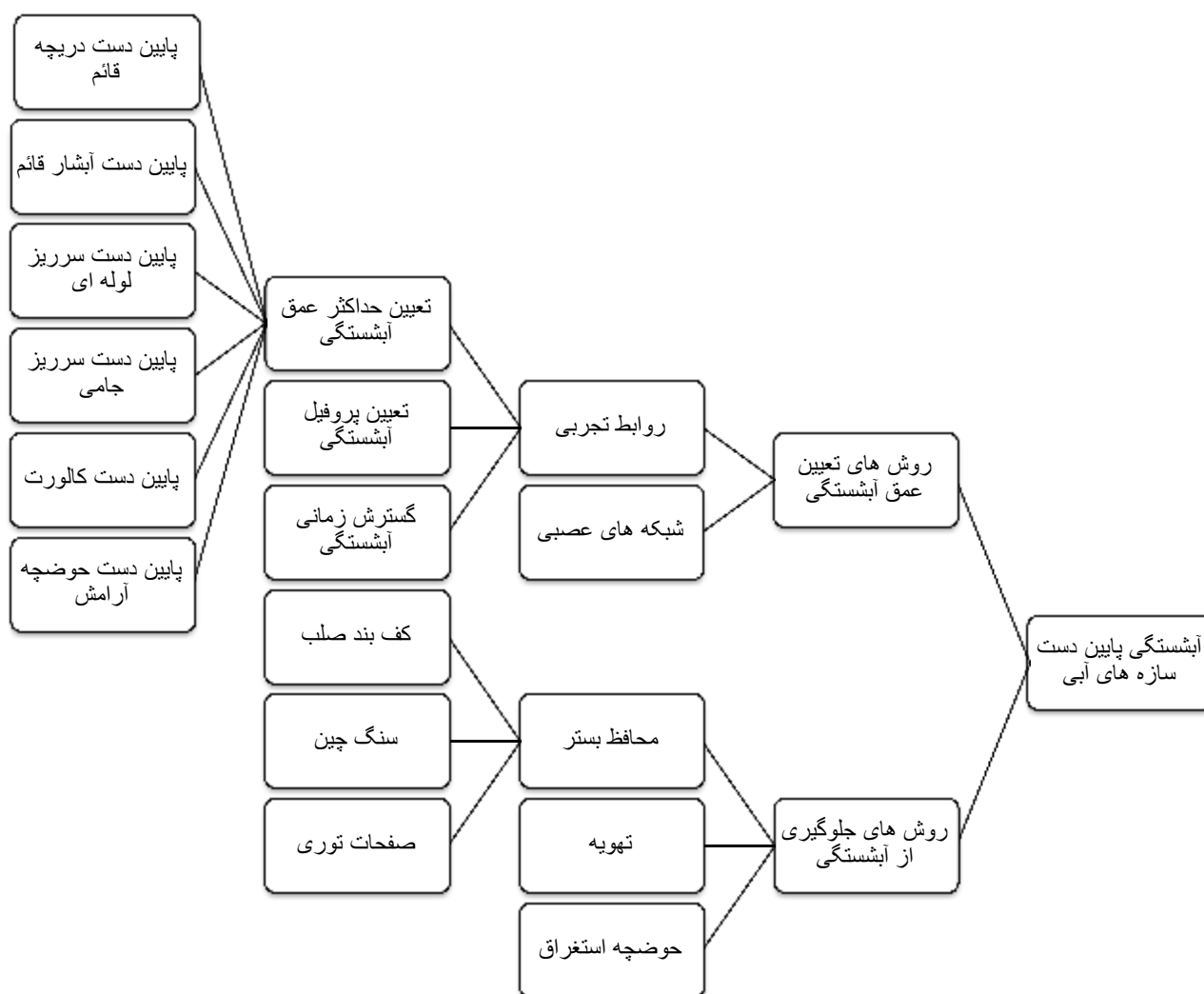
۲- طبقه بندی: در این مرحله به طبقه بندی مطالب جمع آوری شده پرداخته شده است.

۳- نقد و تحلیل: در این مرحله اطلاعات طبقه بندی شده مورد تجزیه، تحلیل و نقد قرار گرفته اند.

۴- جمع بندی: در این مرحله یک جمع بندی کلی برای تعیین بهترین روش پیشگیری انجام شده است.

۵- ارائه مدل مناسب: با توجه به جمع آوری اطلاعات قابل توجه از تحقیقات گذشته در این مرحله مدل های مناسبی که از این تحقیق بدست آمده اند ارائه شده اند.

شکل (۱-۱) تقسیم بندی مطالعات صورت گرفته در این رساله را نشان می دهد.



شکل ۱-۱. تقسیم بندی تحقیقات انجام گرفته در پایان نامه

## فصل دوم- بررسی منابع

### ۱-۲ مقدمه

با توجه به آنکه موضوع اصلی این تحقیق بررسی و نقد تحقیقات گذشته می باشد و نظر به اینکه در فصل سه و چهار این تحقیقات مورد بررسی دقیق قرار خواهند گرفت؛ در این فصل فقط بصورت خلاصه و آماری به تحقیقاتی که در پژوهش حاضر مورد بررسی قرار گرفته اند اشاره می شود.

در این تحقیق تعداد ۸۱ مدل از ۵۲ منبع مختلف جهت تعیین میزان آبستگی و تعداد ۱۱ مدل از ۱۲ منبع جهت حفاظت در مقابل آبستگی مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول (۱-۲) منابعی را که در این پژوهش بررسی شده اند نشان می دهد. در جدول (۲-۲) و (۳-۲) مشخصات تحقیقات انجام شده بر روی آبستگی پایین دست سازه های آبی بر اساس نوع جت ایجاد شده در پایین دست سازه، آورده شده است. این مشخصات شامل محاسن و معایب این تحقیقات نیز می باشد.

جدول ۲-۱. منابع بررسی شده در این تحقیق

نام محققین	تعداد منابع بررسی شده	سازه مورد مطالعه	زمینه بررسی شده
گلدی درسنگی و قدسیان(۱۳۸۷)، امید و همکاران(۱۳۸۸)، بلاچاندار و هاگل(۲۰۰۱)	۳	دریچه قائم	
محبوبی(۱۳۷۵)، آذر(۱۳۷۷)، قدسیان و آذر(۱۳۸۰)، اختری(۱۳۸۵)، بنی حبیب(۱۳۸۷)، الهی(۱۳۸۸)، حبیبی(۱۳۸۸)، قدسیان و ملویل(۲۰۰۷)	۸	آبشار قائم	
نجفی و قدسیان(۱۳۸۳)، موسوی جهرمی و ناصریان(۱۳۸۶ و ۱۳۸۵)، پیرستانی و مهدوی زاده(۱۳۸۸)، قدسیان و ملویل(۲۰۰۲)	۶	سرریز لوله ای	
یلدز و اوزوجک، میسن و آروموگام(۱۹۸۴)، موزامیل(۲۰۰۹)، عظمت اله(۲۰۰۵)، وصالیان(۱۳۸۵)، طارقیان و شفافی بستان(۱۳۸۵)، آزاد کسب صالح و رضایی(۱۳۸۸)	۷	باکت	تعیین حداکثر عمق
مندوز و همکاران(۱۹۸۳)، ایت و همکاران(۱۹۸۴)، ایت(۱۹۸۴)، ایت و همکاران(۱۹۸۵)، ولنتین(۱۹۶۷)، لیم(۱۹۹۵)، چو و لیم(۱۹۹۶)	۴	کالورت	عمق
روسینسکی(۱۹۵۶)، فرهودی و اسمیت(۱۹۸۲)، راسولو و گیسونی(۱۹۹۱)، الیوتو و کامولینو(۲۰۰۹)، پاگلیرا(۲۰۱۰)	۵	حوضچه آرامش	روابط تجربی
هلالات ناصریان(۱۳۸۶)، حسینی و همکاران(۱۳۸۷)، امید و همکاران(۱۳۸۸)، راجاراتنام و ادربیج(۱۹۹۲)، بلاچاندار و هاگل(۲۰۰۱)، دی و سرکار(۲۰۰۶)	۶	دریچه قائم	تعیین
موسوی جهرمی و همکاران(۱۳۸۳)، رنجبر و همکاران(۱۳۸۵)، سلامتیان و همکاران(۱۳۸۶)، صناعی(۱۳۸۶)	۴	دراپ قائم و سرریز لوله ای	پروفیل آبشستگی
سلامتیان و همکاران(۱۳۸۶)، پیرستانی و همکاران(۱۳۸۸)، موسوی جهرمی(۱۳۸۷)، حمیدرضا رنجبر(۱۳۸۵)، مسیح الهی(۱۳۸۸)، چاتارجی و قوش(۱۹۹۴)، وایت هاوس(۱۹۹۵)، دی و سرکار(۲۰۰۶)، اداره راه آمریکا	۹	تمامی سازه ها	گسترش زمانی آبشستگی
لشکرآرا و همکاران(۱۳۸۷)، صالح و منتظر(۱۳۸۰)، ریاحی مدوار و ایوب زاده(۱۳۸۸)، نائینی و همکاران(۱۳۸۸)، تاج کریمی و همکاران(۱۳۸۵)، علیزاده و جعفرزاده(۱۳۸۹)	۶	جت ریزشی	شبکه عصبی
امید و همکاران(۱۳۸۸ و ۱۳۸۹)، دی و سرکار(۲۰۰۶)	۳		کف بند
مهبودی و همکاران(۱۳۸۸)، دی و سرکار(۲۰۰۶)	۲		سنگ چین
مهبودی و همکاران(۱۳۸۹)	۱	دریچه قائم	کف بند و سنگ چین
راجاراتنام و ادربیج(۱۹۹۲)	۱		صفحات توری