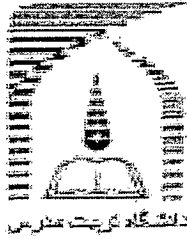


به نام پروردگار دانا و توانا

۹۳۲۷۳



دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک سنگ

بررسی جریان هیدرولیکی در محل پی سد گتوند

تهیه کننده :

همایون کردی

استاد راهنما:

دکتر کامران گشتاسبی

استاد مشاور:

مهندس محمود دلفروزی

۱۳۸۷ / ۲ / ۱۵

زمستان ۱۳۸۶

۹۳۲۷۵

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، دانش‌آموختگان 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:

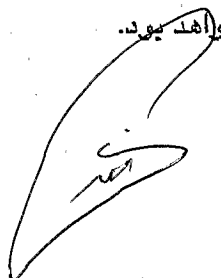
ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان‌نامه‌ها / رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه / 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 دانش‌آموختگی 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 پایان‌نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین‌نامه‌های 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 پایان‌نامه / 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 لازم‌الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری خواهد بود.



تقدیم به

مادر مهربان

و

پدر بزرگوارم

به خاطر تمام زحمتهای و حمایتهای بی پایانشان

چکیده:

در هنگام احداث سازه‌های آبی مثل سد، بررسی جریان هیدرولیکی یا جریان آب در نقاط مختلف این سازه‌ها یک امر ضروری می‌باشد. به همین منظور همواره در هنگام مطالعات امکان‌سنجی و اکتشافی بر روی ساختگاه سد اندازه‌گیری خصوصیات درزه‌های موجود در محل پی سد و نیز انجام آزمایشهای لوژن یا لوفران در دستور کار قرار می‌گیرد و در نهایت با توجه به نتایج حاصل از بررسیهای فوق می‌توان ضریب نفوذ پذیری را در محدوده ساختگاه سد محاسبه کرده و با توجه به این محاسبات زونهای تراوا را در محدوده ساختگاه سد مشخص نمود. در ادامه نیز با در نظر گرفتن ستون آب یا ارتفاع آب ایجاد شده بعد از آبگیری، شرایط مرزی خاص سد مورد نظر را اعمال نموده و میزان نشست از پی سد و نیز پراکنندگی هد هیدرولیکی یا پتانسیل هیدرولیکی در تمام نقاط محاسبه می‌شود.

در تحقیق حاضر بعد از بررسی وضعیت زمین‌شناسی منطقه و بخصوص ناپیوستگیهای موجود در آن و نیز با توجه به نتایج آزمایشهای لوژن انجام گرفته، ابتدا به اندازه‌گیری میزان ضریب نفوذ پذیری در محل پی سد گتوند پرداخته شد.

جهت اندازه‌گیری میزان نشست از پی سد بعد از ساخت مدل هندسی سد مذکور، با توجه به اینکه محیط ما از نظر تراوایی غیرهمگن می‌باشد، از روشهای مختلف درون‌یابی برای تخمین مقادیر لوژن در تمام محوطه پی سد استفاده گردید. در نهایت بهترین روش با بیشترین ضریب همگرایی شناسایی و مقادیر لوژن و نفوذ پذیری با استفاده از این روش در تمام نقاط موجود در مدل تخمین زده شد. سپس با اعمال سیستم آب بند طراحی شده برای سد و نیز شرایط مرزی ارتفاع آب در زمانهای مختلف آبگیری، میزان نشست در محل پی سد محاسبه گردید. در نهایت نیز جهت ارزیابی عملکرد سیستم آب بند این تحلیل با در نظر گرفتن اعماق مختلف برای سیستم آب بند و نیز نفوذپذیریهای معادل مختلف برای پرده آب بند تکرار گردید. با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق می‌توان گفت که سیستم آب بند فعلی سد گتوند دارای کارایی مناسبی جهت آب‌بندی پی در محل ساختگاه سد می‌باشد.

واژگان کلیدی: نشست، لوژن، ضریب نفوذ پذیری، روش عددی

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
	فصل اول
	محاسبه ضریب هدایت هیدرولیکی و ویژگیهای جریان
۶	۱-۱: اندازه‌گیری ضریب هدایت هیدرولیکی یا ضریب نفوذ پذیری
۶	۲-۱: اندازه‌گیری ضریب نفوذ پذیری به روش برجا
۱۱	۱-۲-۱: رابطه لوژن و ضریب نفوذ پذیری
۱۷	۳-۱: اندازه‌گیری غیرمستقیم ضریب نفوذ پذیری
۱۹	۱-۳-۱: جریان دوبعدی در داخل یک ناپیوستگی با پر شدگی
۲۰	۲-۳-۱: جریان در داخل ناپیوستگیهای بدون پرشدگی
۲۴	۳-۳-۱: جریان در داخل یک دسته درزه
۲۶	۴-۳-۱: محاسبه ماتریس نفوذپذیری برای توده سنگ
	فصل دوم
	محاسبه نشت و درون یابی
۲۹	۱-۲: حرکت آب در محیطهای متخلخل
۳۰	۲-۲: روشهای حل مسائل حرکت آب در محیط همگن
۳۰	۱-۲-۲: روش تحلیلی
۳۰	۲-۲-۲: روش عددی
۳۱	۳-۲-۲: مدل‌های فیزیکی
۳۳	۴-۲-۲: مدل‌های شبیه سازی الکتریکی
۳۵	۳-۲: مدل‌های شبیه سازی حرکت آب در توده سنگ
۳۵	۱-۳-۲: مدل‌های پیوسته
۳۵	۲-۳-۲: مدل شبکه درزه‌های گسسته
۳۶	۳-۳-۲: مدل شبکه کانالها
۳۷	۴-۲: محاسبه نشت از پی سد
۳۷	۱-۴-۲: محاسبات نشت به وسیله شبکه جریان
۳۹	۲-۴-۲: محاسبات نشت با روشهای تحلیلی

۴۲	۳-۴-۲: محاسبه نشت با استفاده از روش تحلیلی تکه‌ها	
۴۳	۵-۲: آب بندی سدها	
۴۴	۱-۵-۲: کنترل نشت به کمک دیواره حائل	
۴۵	۲-۵-۲: میزان تاثیر سیستم آب بند	
۴۶	۶-۲: درون یابی	
۴۷	۱-۶-۲: روش مثلثی	
۴۷	۲-۶-۲: روش همبستگی نمایی	
۴۷	۳-۶-۲: روش نزدیکترین نقاط	
۴۷	۴-۶-۳: روش چند ضلعی یا همسایگان طبیعی	
۴۸	۵-۶-۲: روش معکوس فاصله	
۴۸	۶-۶-۲: روش معکوس توان فاصله	
۴۹	۷-۶-۲: روش زمین آماری کریجینگ	
۴۹	۸-۶-۲: روش استفاده از الگوریتم نرم	
	سد گتوند علیا و بررسی جریان هیدرولیکی	فصل سوم
۵۵	۱-۳: اطلاعات کلی سد	
۵۶	۱-۱-۳: زمین شناسی	
۵۷	۲-۱-۳: زمین شناسی ساختمانی	
۵۹	۳-۱-۳: هیدروژئولوژی	
۶۰	۴-۱-۳: نفوذ پذیری	
۶۲	۲-۳: محاسبه نفوذپذیری در محل پی سد گتوند	
۶۲	۱-۲-۳: روش غیرمستقیم	
۶۵	۲-۲-۳: روش مستقیم	
۶۶	۳-۳: شبیه سازی نشت از پی سد گتوند	
۶۷	۱-۳-۳: تخمین مقادیر لوژن	
۶۹	۲-۳-۳: دسته بندی مقادیر لوژن جهت تبدیل به نفوذپذیری	
۷۰	۳-۳-۳: آنالیز عددی تراوش به صورت سه بعدی	
۷۲	۱-۳-۳-۳: اصول جریان حرارتی	

۷۳	۴-۳-۳: توزیع خواص در محدوده طرح	
۷۵	۵-۳-۳: بارگذاری حرارتی (هیدرولیکی) روی مدل المان محدود	
۷۷	۴-۳: آنالیز تراوش و بررسی مسیر جریان	
۷۹	۵-۳: مقایسه نتایج آنالیز به روش عددی با روشهای تحلیلی	
۸۰	۶-۳: محاسبه نیروهای حاصل از تراوش (فشار منفذی)	
۸۱	۷-۳: ارزیابی عملکرد سیستم آب‌بند	
		فصل چهارم نتیجه گیری و پیشنهادات
۹۱	۱-۴: نتیجه گیری	
۹۴	۲-۴: پیشنهادات	
۹۵		منابع و مراجع

فهرست اشکال و تصاویر:

صفحه	عنوان
۸	شکل ۱-۱: ترتیب آزمایش لوژن
۹	شکل ۲-۱: نمودارهای هولسی برای تعیین نوع پدیده رخ داده در آزمایش لوژن
۱۱	شکل ۳-۱: نمودارهای شش گانه P-Q
۱۳	شکل ۴-۱: تاثیر مقیاس آزمایش بر خصوصیات هیدرولیک توده سنگ (a) نمونه‌ای کوچک از محیط متخلخل (b) فرض محیط همگن در مقیاس بزرگ (c) ناهمگنی در شرایط آزمایش لوژن
۱۴	شکل ۵-۱: رابطه تجربی بین لوژن و نفوذ پذیری
۱۴	شکل ۶-۱: روش ارائه شده USBR برای تخمین K
۱۹	شکل ۷-۱: جریان دو بعدی داخل یک ناپیوستگی پر شده از مواد خاکی
۲۱	شکل ۸-۱: جریان غیر چرخشی (a) و چرخشی (b) بر اساس نسبت زبری نسبی به قطر هیدرولیکی
۲۱	شکل ۹-۱: شکل پروفیل سرعت در جریان خطی و آشفته
۲۴	شکل ۱۰-۱: آزمایش تراوی بر روی توده سنگ حاوی یک دسته درزه
۲۵	شکل ۱۱-۱: مختصاتهای محلی و اصلی نسبت به موقعیت درزه (شیب و جهت شیب)
۲۷	شکل ۱۲-۱: نمونه‌ای از محاسبات تانسور تراوایی سنگ
۳۲	شکل ۱-۲: مدل فیزیکی سیستمهای جریان
۳۴	شکل ۲-۲: مقاومتها در شبیه ساز شبکه مقاومتها و شبیه سازی نشت زیر سد
۳۷	شکل ۳-۲: مدلهای جریان در داخل توده سنگ
۳۸	شکل ۴-۲: شبکه جریان و خطوط هم پتانسیل برای محیط همگن و همسانگرد با ۴ کانال جریان (a) و ۵ کانال جریان (b)
۳۹	شکل ۵-۲: نمایی از شبکه جریان مستطیلی (برای محیط ناهمسانگرد)
۴۰	شکل ۶-۲: محاسبه نشت از زیر یک سد وزنی
۴۱	شکل ۷-۲: میزان نشت از پی
۴۲	شکل ۸-۲: تقسیم بندی محیط در روشن تکه‌ها

- شکل ۲-۹: انواع حالات در مدل تکه‌ای ۴۳
- شکل ۲-۱۰: محاسبه مقدار نشت برای سازه‌ای با ابعاد مشخص ۴۳
- شکل ۳-۱۱: روش همسایگان طبیعی ۴۸
- شکل ۲-۱۲: نمونه برداری از مشخصات سنگی در طول یک خط ۵۰
- شکل ۲-۱۳: مدل‌های مختلف وریوگرام (a) دایره‌ای (b) قطعه‌ای (c) نمایی (d) چاله‌ای (e) تنظیمی ۵۱
- شکل ۲-۱۴: وریوگرام‌های مختلف (درجه‌های مختلف) برای یک محیط ناهمسانگرد ۵۲
- شکل ۳-۱: زمین‌شناسی ناحیه‌ای برگرفته از نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ ۵۵
- شکل ۳-۲: نمای شماتیک زونهای مختلف ژئوتکنیکی ساختگاه سد ۵۶
- شکل ۳-۳: نقشه نقاط هم پتانسیل هیدرولیکی در محل ساختگاه سد ۶۰
- شکل ۳-۴: نمودار معرف تانسور نفوذ پذیری در سازندهای آجاجاری (شکل بالا) و بختیاری (شکل پایین) ۶۴
- شکل ۳-۵: نمودار استریوگرافیک معرف جهت نفوذ پذیرهای اصلی در سازندهای آجاجاری (شکل چپ) و بختیاری (شکل راست) حاصل از روش غیرمستقیم ۶۴
- شکل ۳-۶: هیستوگرام نفوذپذیریهای موجود در ساختگاه حاصل از روش مستقیم ۶۶
- شکل ۳-۷: مقادیر لوژن درون یابی شده به روش کریجینگ در مقطع عرضی پی سد (شکل بالا) و وریوگرام در جهات اصلی (اشکال وسط) و بیضی گون تغییرات (شکل پایین) ۶۸
- شکل ۳-۸: نمودار همبستگی بین مقادیر اصلی و تخمینی به روش کریجینگ ۶۹
- شکل ۳-۹: ژئومتری مدل تهیه شده از سد گتوند جهت آنالیز تراوش ۷۱
- شکل ۳-۱۰: مدل المان بندی شده از پی سد گتوند با توجه به گرادیان هیدرولیکی ۷۱
- شکل ۳-۱۱: سیستم آب بند طراحی شده توسط شرکت مهندسی مه‌اب قدس ۷۴
- شکل ۳-۱۲: مدل المان بندی شده از پی سد گتوند بعد از توزیع مقادیر نفوذ پذیری تخمین زده شده ۷۴
- شکل ۳-۱۳: نمایی از بدنه سد و ترازهای آبرگیری ممکن ۷۵
- شکل ۳-۱۴: مدل عددی سد گتوند بعد از اعمال شرایط مرزی هیدرولیکی ۷۶
- شکل ۳-۱۵: نقشه خطوط هم پتانسیل حاصل از آنالیز آنالیز عددی ۷۸
- شکل ۳-۱۶: هیستوگرام مقادیر زاویه انحراف از محور رودخانه در المانهای محورسد ۷۸

- ۸۱ شکل ۳-۱۷: نحوه توزیع فشار آب منفذی در مقطع طولی رودخانه کارون بعد از آبگیری سد گتوند
- ۸۶ شکل ۳-۱۸: نمودار مقادیر دبی عبوری برای سیستمهای آب بند در اعماق مختلف و نفوذ پذیریهای مختلف
- ۸۷ شکل ۳-۱۹: نمودار مقادیر کارایی هد برای سیستمهای آب بند در اعماق مختلف و نفوذ پذیریهای مختلف
- ۸۷ شکل ۳-۲۰: نمودار مقادیر کارایی جریان برای سیستمهای آب بند در اعماق مختلف و نفوذ پذیریهای مختلف
- ۸۹ شکل ۳-۲۱: نمودار دبی، برای مدل اصلی در ترازهای مختلف آبگیری
- ۸۹ شکل ۳-۲۲: نمودار کارایی هد برای مدل اصلی در ترازهای مختلف آبگیری
- ۹۰ شکل ۳-۲۳: نمودار کارایی جریان برای مدل اصلی در ترازهای مختلف آبگیری

فهرست جداول:

صفحه	عنوان
۲۲	جدول ۱-۱: ضریب اصطکاک، نفوذ پذیری معادل و معادلات سرعت نشت برای جریانهای مختلف
۳۳	جدول ۱-۲: انواع مدل‌های الکتریکی
۳۴	جدول ۲-۲: عناصر مشابه جریان آب در خاک و جریان الکتریسیته در هادی‌ها
۵۷	جدول ۱-۳: خصوصیات کلی ناپیوستگیهای موجود در سازند بختیاری (در محل ساختگاه سد گتوند)
۵۸	جدول ۲-۳: طبقه بندی ناپیوستگیهای موجود در سازند آغاچری (در محل ساختگاه سد گتوند)
۵۹	جدول ۳-۳: خصوصیات کلی ناپیوستگیهای موجود در سازند آغاچاری (در محل ساختگاه سد گتوند)
۶۰	جدول ۳-۴: گرادیان هیدرولیکی در محل سد گتوند
۶۱	جدول ۳-۵-الف: خلاصه نتایج آزمایش فشار آب
۶۲	جدول ۳-۵-ب: مقادیر متوسط لوژن در هریک از واحدهای زمین شناسی
۶۳	جدول ۳-۶: نفوذ پذیری هیدرولیکی سنگها و توده‌های سنگی شاخص
۶۵	جدول ۳-۷: مقادیر متوسط نفوذ پذیریهای اصلی حاصل از روش غیر مستقیم و جهت هریک از آنها
۶۷	جدول ۳-۸: میزان ضریب همگرایی برای روشها مختلف درون یابی
۷۰	جدول ۳-۹: مقادیر دسته بندی شده لوژن و ضرایب نفوذ پذیر معادل هریک از آنها
۸۰	جدول ۳-۱۰: مقادیر دبی محاسبه شده به روشهای عددی و تحلیلی و درصد خطای آنها
۸۳	جدول ۳-۱۱: مقادیر دبی جریان، کارایی هد و کارایی جریان برای مدلی با ارتفاع پرده آب بند ۱۳ و نفوذ پذیری بین ۱ تا ۷ لوژن
۸۳	جدول ۳-۱۲: مقادیر دبی جریان، کارایی هد و کارایی جریان برای مدلی با ارتفاع پرده آب بند ۲۳ و نفوذ پذیری بین ۱ تا ۷ لوژن

- ۸۳ جدول ۳-۱۳: مقادیر دبی جریان ، کارایی هد و کارایی جریان برای مدلی با ارتفاع پرده آب بند ۳۳ و نفوذ پذیری بین ۱ تا ۷ لوژن
- ۸۴ جدول ۳-۱۴: مقادیر دبی جریان ، کارایی هد و کارایی جریان برای مدلی با ارتفاع پرده آب بند ۳۶ و نفوذ پذیری بین ۱ تا ۷ لوژن
- ۸۴ جدول ۳-۱۵: مقادیر دبی جریان ، کارایی هد و کارایی جریان برای مدلی با ارتفاع پرده آب بند ۶۱ و نفوذ پذیری بین ۱ تا ۷ لوژن
- ۸۴ جدول ۳-۱۶: مقادیر دبی جریان ، کارایی هد و کارایی جریان برای مدلی با ارتفاع پرده آب بند ۷۸ و نفوذ پذیری بین ۱ تا ۷ لوژن
- ۸۵ جدول ۳-۱۷: مقادیر دبی جریان ، کارایی هد و کارایی جریان برای مدلی با ارتفاع پرده آب بند ۹۸ و نفوذ پذیری بین ۱ تا ۷ لوژن
- ۸۵ جدول ۳-۱۸: مقادیر دبی جریان ، کارایی هد و کارایی جریان برای مدلی با ارتفاع پرده آب بند ۱۲۰ و نفوذ پذیری بین ۱ تا ۷ لوژن
- ۸۵ جدول ۳-۱۹: مقادیر دبی جریان ، کارایی هد و کارایی جریان برای مدلی با ارتفاع پرده آب بند ۱۳۷ و نفوذ پذیری بین ۱ تا ۷ لوژن
- ۸۶ جدول ۳-۲۰: مقادیر دبی جریان ، کارایی هد و کارایی جریان برای مدلی با ارتفاع پرده آب بند ۱۸۰ و نفوذ پذیری بین ۱ تا ۷ لوژن
- ۸۸ جدول ۳-۲۱: مقادیر دبی ، کارایی جریان و کارایی هد برای مدل اصلی در ترازهای مختلف آبگیری

مقدمه

مقدمه :

بعد از ساخت سدها و با آبرگیری سد ، تدریجا شبکه جریان آب زیرزمینی نیز با افزایش هد آب تغییر می کند و باعث گسترش دامنه جریان به تکیه گاهها و نفوذ بیشتر جریان در پی سد می گردد ، از این رو در مراحل طراحی و ساخت و بهره برداری سد ، همواره میزان نشست^۱ و میزان فشار آب منفذی^۲ حاصل از آن مورد تحلیل قرار می گیرد.

به منظور جلوگیری از پیامدهای منفی این پدیده مثل افزایش فشار برخاست^۳ ، خطرات پایداری سطوح شیبدار^۴ ، فرسایش شالوده^۵ ، شکست هیدرولیکی^۶ و فرار آب مخزن^۷ ، روشهای مختلفی اعم از ایجاد پرده آب بند ، احداث دیوار آب بند ، حفر چاههای فشار شکن و ... وجود دارد ، که میزان تاثیر هر یک از این روشها را با ایجاد مدلی می توان بررسی کرد.

سیستم جریان آب در محیطهای سنگی و خاکی را در حالت خیلی ساده می توان با روشهای تحلیلی ، بررسی کرد . روشهای مختلف حل مسائل حرکت آب در خاک عبارتند

-
1. Seepage
 2. Pore pressure
 3. Up lift
 4. Slope stability hazardous
 5. Eroation
 6. Hydraulic fracturing
 7. Seepage

از: روش تحلیلی، روش عددی، روش آنالوگهای الکتریکی، روش مدل‌سازی فیزیکی و روش ترسیم شبکه جریان.

معمولا به خاطر سادگی محاسبات جریان آب زیرزمینی را در به صورت دو بعدی و در امتداد مسیر رودخانه تحلیل می‌کنند. اما روشهای دو بعدی قادر به اندازه‌گیری میزان تغییرات جریان در تکیه‌گاهها نبوده و از طرف دیگر در این روشها میزان تغییرات شبکه جریان در جهت عمود بر پروفیل عرضی سد یا رودخانه صفر در نظر گرفته می‌شوند و لذا این تغییرات در این مدلها نادیده گرفته می‌شوند.

از طرفی تجربیات اخیر در نقاط مختلف دنیا و کشور ایران گویای این مطلب است که میزان نشت جریان از تکیه‌گاهها تاثیر بسزایی در نشت کلی جریان داشته و نیز پروفیل تغییرات در جهت عرضی نیز گاه باعث ایجاد مشکلات بسزایی بعد از مرحله آبگیری سد شده، که از نمونه‌های اخیر می‌توان به اشکالات موجود در سیستم آب‌بند سد کرخه اشاره کرد. لذا جهت اجتناب از این خطاها در تحقیق حاضر مدل هیدرولیکی جریان به صورت سه بعدی در نظر گرفته شده و از میان روشهای موجود برای مدل‌سازی مسئله از روش عددی المانهای محدود FEM¹ استفاده شده که جهت ارزیابی دقت این مدلها نیز از فرمولهای تحلیلی استفاده شده است.

به منظور تحلیل فرایند نشت در محل پی سدها با کمک روشهای تحلیلی و عددی یکی از مهمترین پارامترهای مورد نیاز ضریب نفوذپذیری² توده سنگ مورد نظر است. این ضریب که نخستین بار توسط دارسی³ معرفی شد با روشهای گوناگونی قابل اندازه‌گیری می‌باشد.

¹.Finite Element methods

².Permeability

³.Darcy

نکته قابل توجه در محیطهای سنگی این است که ضریب نفوذ پذیری توده سنگ الزاما یک پارامتر همگن^۱ و همسانگرد^۲ نمی باشد، بلکه با توجه به اینکه محیط طبیعی سنگ برخلاف محیطهای خاکی دارای ناپیوستگیهای طبیعی است، درجه همسانگردی آن متغیر است و از طرف دیگر با توجه به تغییرات کلیه پارامترهای زمین شناسی در یک محدوده زمین شناسی خاص میزان همگن بودن محیط نیز متغیر است. لذا ضریب نفوذ پذیری نیز مانند اکثر پارامترهای فیزیکی و مکانیکی سنگ، یک مقدار اسکالر نبوده، بلکه یک تانسور مرتبه سه می باشد که می تواند در نقاط و جهت های مختلف مقادیر مختلفی را به خود اختصاص دهد.

به منظور محاسبه اندازه و جهت ضرایب نفوذ پذیری اصلی، در مرحله اول با استفاده از خصوصیات ناپیوستگیهای موجود در محل ساختگاه سد گتوند علیا، مقادیر نفوذ پذیری اصلی و جهت هریک از آنها در هریک از سازندهای موجود در ساختگاه سد با استفاده از قانون مکعب^۳ و روابط ماتریسی محاسبه گردید.

روش مذکور روش غیرمستقیم محاسبه ضریب نفوذ پذیری می باشد. علاوه بر روش غیرمستقیم، روش اصلی اندازه گیری تراوایی توده سنگ، انجام نوعی آزمایش برجا موسوم به آزمایش فشار آب WPT^۴ است که به نام مبدع آن لوژن^۵ شناخته شده است.

مقادیر ضریب نفوذ پذیری بدست آمده از آزمایش لوفران (که برای محیطهای خاکی و آبرفتی کاربرد دارد). معادل ضریب نفوذ پذیری داری بوده و دارای واحد متر بر ثانیه می باشد، بنابراین به صورت مستقیم قابل استفاده در تحلیلهای مختلف می باشد ولی مقادیر حاصل از آزمایش لوژن برحسب واحد Lu می باشد. یک واحد لوژن Lu برابر است با خروج یک لیتر آب در یک دقیقه در یک متر از طول مقطع آزمایش تحت فشار ۱۰ بار. لذا

1. Homogen

2. Isotrope

3. Cubic law

4. Water Pressure Test

5. Lugeon

برای تبدیل مقدار لوژن به ضریب نفوذ پذیری دارسی روشها و فرمولهای مختلفی ارائه شده ، که در این تحقیق از نمودارهای تجربی ارائه شده توسط کوتزner استفاده شد.

با مقایسه ضرایب نفوذ پذیری حاصل از تحلیل ناپیوستگیها و مقادیر حاصل از آزمون لوژن مشخص شد که مقادیر حاصل از آزمایش برجای لوژن بسیار کوچکتر از مقادیر محاسبه شده به روش غیر مستقیم تحلیل ناپیوستگیها می باشد ولی دارای نزدیکی بیشتری نسبت به مقادیر متوسط نفوذ پذیری در سازندهای مربوطه می باشند ، لذا در ادامه با در نظر گرفتن این مقادیر به عنوان مقادیر نمایانگر تراوایی در محیط و فرض همسانگردی محیط پی سد ، یک مدل پیوسته سه بعدی از نوع عددی برای آنالیز تراوش از پی سد تهیه گردید.

از آنجاکه مقادیر لوژن و به تبع آن ضرایب نفوذپذیری در نقاط مختلف دره مزبور تغییر می کند ، بنابراین محیط موردنظر از نظر نفوذپذیری ناهمگن¹ می باشد ، لذا در این مرحله با استفاده از روشهای مختلف ، اقدام به درونیابی و تخمین مقادیر لوژن در تمام نقاط موجود در مراکز المانهای مدل عددی تهیه شده کردیم . لازم به ذکر است که دراین پایان نامه از روشهای شبکه عصبی مصنوعی ANN² و موتور استنتاج تطبیقی عصبی-فازی ANFIS³ به عنوان یکی از گزینهها جهت درونیابی مقادیر لوژن استفاده گردید . درنهایت با مقایسه تمام این گزینهها روش زمین آماری کریجینگ دایره ای به عنوان بهترین روش انتخاب و اقدام به تهیه مدل براساس این روش گردید.

درنهایت نیز جهت برآورد عملکرد سیستم آببند طراحی شده توسط شرکت مهاب قدس ، با تغییر در پارامترهای عمق سیستم آببند و ضریب نفوذپذیری پرده آببند ، میزان

¹.Heterogen

².Artificial Neural Network

³.Adaptive Neuro-Fuzzy Inferring System

نشت و کارایی این سیستم در حالت‌های مختلف محاسبه و نتایج و پیشنهادات لازم ارائه گردیده است.

در فصل اول از این پایان نامه ابتدا روش‌های مختلف محاسبه ضریب هدایت هیدرولیکی معرفی شده و در ادامه نیز با توجه به تأثیر پذیری مقدار ضریب هدایت هیدرولیکی از نوع جریان حاکم در داخل درزه‌ها، به معرفی مدل‌های رفتاری گوناگون جریان در داخل ناپیوستگی‌ها می‌پردازیم.

در فصل دوم این تحقیق نیز روش‌های مختلف برای اندازه‌گیری میزان نشت از محل پی انواع سدها آمده و در ادامه نیز مختصری از روش‌های رایج درون یابی ذکر شده است.

در فصل سوم، بعد از معرفی کلیات پروژه گتوند، ابتدا مطالعات قبلی صورت گرفته در محل ساختگاه سد گتوند را مرور کرده و سپس به روش غیر مستقیم و مستقیم میزان نفوذپذیری را در محل ساختگاه سد محاسبه و با توجه به نتایج حاصل، مقادیر نفوذپذیری حاصل از روش غیر مستقیم را جهت ادامه تحلیل مناسب تشخیص داده شد لذا با روش‌های مختلف درون یابی، اقدام به تخمین این مقادیر در تمامی نقاط مرکزی الماهای مدل عددی ساخته شده جهت بررسی نشت از پی سد کردیم و در نهایت نیز با اعمال شرایط مرزی در مدل مذکور مقدار نشت از پی سد محاسبه و نتایج حاصل از مدل عددی مذکور با روش‌های تحلیلی مقایسه گردید. سپس این آنالیز برای سیستم‌های آب بند مختلف تکرار گردید تا میزان کارایی سیستم آب بند مورد نظر در هر یک از حالات مذکور بدست آید.

در نهایت نیز در فصل چهارم نتایج و پیشنهادات حاصل از این تحقیق آمده است.

فصل اول:

محاسبه ضریب هدایت هیدرولیکی و

ویژگیهای جریان