

Handwritten Arabic calligraphy in a highly stylized, cursive script. The main text is a single word, likely "الله" (Allah), rendered with thick, flowing black lines. The word is positioned in the upper left quadrant of the page. Below the main word, there are several decorative elements: a small black square dot at the top left, a small black square dot at the top right, a small black square dot at the bottom right, a pair of black square dots at the bottom left, and a cluster of four black square dots at the bottom center. The background is plain white.



# پرویس بین المللی ارس

گروه خاک و پی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته ی **عمران** گرایش **خاک و پی**

عنوان

## بررسی پتانسیل های وقوع زمین لغزش در محدوده محور و مخزن سد قلعه چای عجب شیر

استاد راهنما

دکتر غلام مرادی

استاد مشاور

دکتر توحید اخلاقی

پژوهشگر

سید وهاب الدین موسویان

شهریور ۱۳۹۳

نام خانوادگی دانشجو: موسویان	نام: سید وهاب الدین
عنوان پایانامه: بررسی پتانسیل های وقوع زمین لغزش در محدوده محور و مخزن سد قلعه چای عجب شیر	
<p style="text-align: right;">استاد راهنما: دکتر غلام مرادی استاد مشاور: دکتر توحید اخلاقی</p>	
<p>مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد گرایش: خاک و پی تاریخ فارغ التحصیلی: ۹۳/۶/۱۱</p>	<p>رشته: مهندسی عمران دانشکده: پردیس بین المللی ارس تعداد صفحه: ۱۷۴</p>
کلید واژه: زمین لغزش، سد قلعه چای ، زلزله ، سطح آب زیرمینی ، نرم افزار Plaxis ، تخلیه آبی ، ضریب اطمینان	
<p style="text-align: right;"><b>چکیده:</b></p> <p>سد قلعه چای در ۲۰ کیلومتری شمال شرقی شهرستان عجب شیر ، در استان آذربایجان شرقی واقع شده است . که با آبگیری دریاچه سد ترکهایی در حاشیه مخزن بوجود آمده است. مسئله قابل طرح بدین قرار است که وابستگی این حرکات با عملکرد مخزن چگونه بوده و در هنگام وقوع زلزله نیز منتظر چه عواقبی در محدوده مخزن باید بود؟ برای پیش بینی نحوه ایجاد زمین لغزش و محل وقوع آن در محدوده محور و مخزن سد، مدل زمین شناسی منطقه محدوده به پنج مقطع برای بررسی تقسیم گردید، که مقاطع عرضی از روی نقشه های توپوگرافی استخراج و در نرم افزار Plaxis وارد شد. سطح آب زیرمینی نیز با توجه به سه حالت مختلف خالی ، پر و تخلیه آبی مخزن و مطالعات تراز آب زیرمینی انجام گرفته توسط شرکت آب منطقه ای در نرم افزار وارد گردید. در تحلیل حالت خالی مخزن تراز آب زیرمینی در تراز کف مخزن می باشد و نتایج بدست آمده از تحلیل نشان می دهد که پایداری در کل محدوده مخزن ومحور سد برقرار می باشد. در تحلیل حالت پر مخزن تراز آب مخزن در تراز نرمال ۱۶۷۶ قرار دارد که نتایج تحلیل نشان می دهد که پایداری کلی برقرار بوده فقط در سمت چپ مخزن پایداری بسیار مرزی می باشد. در حالت تخلیه آبی نیز تحلیل نشان می دهد که در سمت چپ و راست مخزن سد ناپایداری بوجود خواهد آمد ولی در محور سد پایداری برقرار خواهد بود . برای تحلیل حالت پر و خالی مخزن در هنگام وقوع زلزله توسط نرم افزار تحلیل دینامیکی انجام گرفت که برای ایجاد شتاب زلزله از تاریخچه زمانی مقیاس شده طبس استفاده شده است و نتیجه گیری کلی به اینصورت است که در محدوده محور سد پایداری کلی برقرار می باشد ولی در قسمت سمت راست مخزن سد زمین لغزش بوجود خواهد آمد ولیکن حرکت کلی توده با جابجایی زیاد انجام نمی گیرد. ولی در سمت چپ مخزن سد زمین لغزش با جابجایی زیاد پیش بینی می گردد.</p>	

## فهرست مطالب

فصل اول:مقدمه و اهداف.....	۱۴
۱-۱- مقدمه .....	۱۵
۲-۱- اهداف تحقیق .....	۱۵
۳-۱- روند ارائه تحقیق .....	۱۵
فصل دوم بررسی منابع و پیشینه کار (مطالعات پیشین).....	۱۶
۱-۲- مقدمه .....	۱۷
۲-۲- مبانی زمین لغزش.....	۱۸
۱-۲-۲- تعریف زمین لغزش.....	۱۸
۲-۲-۲- چگونگی بروز زمین لغزش.....	۲۰
۳-۲- عوامل عمده موثر در وقوع زمین لغزش ها.....	۲۱
۱-۳-۲- عوامل زمین شناختی.....	۲۳
۲-۳-۲- عوامل ریخت شناسی (مورفولوژی).....	۲۶
۳-۳-۲- حرکات تکتونیکی ( زلزله و گسل).....	۲۶
۴-۳-۲- اقلیم.....	۲۸
۵-۳-۲- آب زیر زمینی و آبهای جاری.....	۳۱
۶-۳-۲- تغییر در شیب دامنه ها.....	۳۲
۷-۳-۲- پوشش گیاهی.....	۳۳
۸-۳-۲- فعالیت آتشفشانی.....	۳۴
۹-۳-۲- خصوصیات خاک.....	۳۴
۱۰-۳-۲- عوامل انسانی.....	۳۶
۴-۲- شناسایی زمین لغزش.....	۳۸
۱-۴-۲- ابعاد و اجزاء مهم یک زمین لغزش.....	۳۸
۱-۴-۲- تاج زمین لغزش.....	۳۸
۲-۴-۲- پرتگاه اصلی.....	۳۸
۳-۴-۲- قله زمین لغزش.....	۳۸
۴-۴-۲- سرلغزش.....	۳۹
۵-۴-۲- افتگاه های کوچک.....	۳۹

۳۹	.....توده اصلی ۶-۱-۴-۲
۴۰	..... پای زمین لغزش ۷-۱-۴-۲
۴۰	..... نوک زمین لغزش ۸-۱-۴-۲
۴۱	..... پنجه زمین لغزش ۹-۱-۴-۲
۴۱	..... صفحه گسیختگی ۱۰-۱-۴-۲
۴۱	..... پنجه صفحه گسیختگی ۱۱-۱-۴-۲
۴۱	..... سطح جدایش ۱۲-۱-۴-۲
۴۱	..... توده جابجا شده ۱۳-۱-۴-۲
۴۱	..... سطح اولیه زمین ۱۴-۱-۴-۲
۴۲	..... پهنه ی تجمع ۱۵-۱-۴-۲
۴۲	..... تهی شدگی ۱۶-۱-۴-۲
۴۲	..... توده تهی شده ۱۷-۱-۴-۲
۴۳	..... تجمع مواد جابجا شده ۱۸-۱-۴-۲
۴۳	..... حجم توده لغزیده ۲-۴-۲
۴۳	..... تعیین سن زمین لغزش ها ۳-۴-۲
۴۴	..... طبقه بندی زمین لغزش ها ۵-۲
۴۵	..... انواع زمین لغزش ها ۱-۵-۲
۴۵	..... زمین لغزش های چرخشی ۱-۱-۵-۲
۴۹	..... زمین لغزش های انتقالی یا ساده ۲-۱-۵-۲
۵۳	..... زمین لغزش واریزه ۳-۱-۵-۲
۵۳	..... زمین لغزش های ثانویه ۴-۱-۵-۲
۵۴	..... مطالعات پیشین ۶-۲
۶۳	..... فصل سوم: مواد و روشها
۶۴	..... ۱-۳ مقدمه
۶۴	..... ۲-۳ معرفی سد قلعه چای عجب شیر
۶۴	..... ۳-۳ زمین شناسی مهندسی مخزن
۶۴	..... ۱-۳-۳ جایگاه مخزن
۶۶	..... ۲-۳-۳ ریخت شناسی مخزن

۶۶	۳-۳-۳- ریخت شناسی مخزن در گستره سازندهای پالئوزوئیک
۶۶	۳-۳-۴- ریخت شناسی مخزن در گستره آذر آواریهای سه‌سند
۶۷	۳-۳-۵- ریخت شناسی مخزن در گستره زمین لغزشها
۶۷	۳-۳-۶- گمانه‌های ژئوتکنیک
۷۶	۳-۴-۴- کاوشهای ژئورادار
۷۶	۳-۴-۱- روش شناسی
۷۷	۳-۴-۲- برداشت داده‌ها
۷۸	۳-۴-۳- تفسیر مقاطع ژئورادار و مدل‌های زمین شناسی
۷۹	۳-۵- وضعیت آب‌های زیر زمینی در توده
۸۲	۳-۶- معرفی نرم افزار Plaxis
۸۳	۳-۶-۱- مدل‌های رفتاری خاک مدل موهر- کولمب
۸۳	۳-۶-۲- رفتار الاستیک کاملاً پلاستیک
۸۵	۳-۶-۳- فرمول بندی مدل موهر- کولمب
۸۷	۳-۶-۴- پارامترهای اصلی مدل موهر- کولمب
۹۱	۳-۷-۷- تحلیل پایداری و ارزیابی پتانسیل لغزش محدوده محور و مخزن سد
۹۱	۳-۷-۱- مقدمه
۹۲	۳-۷-۲- مدل هندسی
۹۶	۳-۷-۳- خصوصیات مصالح
۹۸	۳-۷-۴- ایجاد شبکه
۹۹	۳-۷-۵- شرایط آب
۹۹	۳-۷-۱- سطوح ایستابی
۱۰۰	۳-۷-۴- ایجاد فشار آب
۱۰۰	۳-۷-۶- ایجاد تنش اولیه (روش KO)
۱۰۱	۳-۷-۷- محاسبات
۱۰۱	۳-۷-۸- تعریف محاسبات
۱۰۲	۳-۷-۹- انواع محاسبات
۱۰۳	۳-۷-۹-۱- محاسبات پلاستیک
۱۰۳	۳-۷-۹-۲- کاهش Phi-c (آنالیز ایمنی)

- ۱۰۴-۷-۳-۱۰- تحلیل دینامیکی.....
- ۱۰۴-۷-۳-۱۰-۱- ورودی.....
- ۱۰۹-۷-۳-۱۰-۲- محاسبات.....
- ۱۱۲-۷-۳-۱۰-۳- مقیاس نمودن شتابنگاشت.....
- ۱۱۲-۷-۳-۱۰-۳-۱- شتابنگاشتهای مورد استفاده.....
- ۱۱۳-۷-۳-۱۰-۳-۲- روش آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم و سایر روشها.....
- ۱۱۸-۳-۸- صحت سنجی نرم افزار.....
- ۱۱۸-۳-۸-۱- مسائل الاستیک با حل‌های تئوری شناخته شده.....
- ۱۱۸-۳-۸-۲- بار نواری روی خاک گیبسون الاستیک (GIBSON SOIL).....
- ۱۲۰-۳-۹- اطلاعات خروجی.....
- ۱۲۱- فصل چهارم: نتایج و بحث.....
- ۱۲۲-۴-۱- مقدمه.....
- ۱۲۲-۴-۲- بررسی پایداری کل محدوده سد در حالت خالی مخزن.....
- ۱۲۲-۴-۲-۱- مقطع A-A واقع در جناح چپ مخزن.....
- ۱۲۴-۴-۲-۲- مقطع B-B واقع در جناح چپ محدوده محور سد.....
- ۱۲۵-۴-۲-۳- مقطع C-C واقع در جناح راست محدوده محور سد.....
- ۱۲۶-۴-۲-۴- مقطع D-D و E-E واقع در جناح راست مخزن.....
- ۱۲۹-۴-۳- بررسی پایداری کل محدوده سد در حالت پر مخزن.....
- ۱۲۹-۴-۳-۱- مقطع A-A واقع در جناح چپ مخزن.....
- ۱۳۱-۴-۳-۲- مقطع B-B واقع در جناح چپ محدوده محور سد.....
- ۱۳۲-۴-۳-۳- مقطع C-C واقع در جناح راست محدوده محور سد.....
- ۱۳۴-۴-۳-۴- مقطع D-D و E-E واقع در جناح راست مخزن.....
- ۱۳۷-۴-۴- بررسی پایداری کل محدوده سد در حالت تخلیه سریع مخزن.....
- ۱۳۷-۴-۴-۱- مقطع A-A واقع در جناح چپ مخزن.....
- ۱۳۸-۴-۴-۲- مقطع B-B واقع در جناح چپ محدوده محور سد.....
- ۱۳۹-۴-۴-۳- مقطع C-C واقع در جناح راست محدوده محور سد.....
- ۱۴۰-۴-۴-۴- مقطع D-D و E-E واقع در جناح راست مخزن.....
- ۱۴۴-۴-۵- بررسی پایداری کل محدوده سد در حالت خالی و پر مخزن در هنگام وقوع زلزله.....

- ۱۴۴.....مقطع A-A واقع در جناح چپ مخزن
- ۱۴۹.....مقطع B-B واقع در جناح چپ محدوده محور سد
- ۱۵۳.....مقطع C-C واقع در جناح راست محدوده محور سد
- ۱۵۷.....مقطع E-E و D-D واقع در جناح راست مخزن
- ۱۶۳.....نتیجه گیری و پیشنهادات
- ۱۶۴.....۱-۵- نتیجه گیری
- ۱۶۶.....۲-۵- پیشنهادات
- ۱۶۸.....منابع مورد استفاده:



## فهرست اشکال:

\_Toc399682571

- فصل دوم بررسی منابع و پیشینه کار (مطالعات پیشین)..... ۱۶
- شکل ۱-۲: نمایی از عناصر موجود در یک زمین لغزش (پارسایی، ۱۳۸۵)..... ۱۹
- شکل ۲-۲: تجزیه نیروی وزن بر روی دامنه..... ۲۲
- شکل ۳-۲: زمین لغزشی که بر اثر احداث جاده به وجود آمده (شریعت جعفری، ۱۳۷۵)..... ۳۷
- شکل ۴-۲: عناصر موجود در یک زمین لغزش..... ۳۹
- شکل ۵-۲: توصیف اجزا و ابعاد زمین لغزش..... ۴۰
- شکل ۶-۲: توده جابجا شده..... ۴۲
- شکل ۷-۲: نمایی از انواع زمین لغزش..... ۴۶
- فصل سوم: مواد و روشها..... ۶۳
- شکل ۱-۳: زمین شناسی مهندسی مخزن (شرکت سهامی آب منطقه ای آذربایجان شرقی، ۱۳۷۸)..... ۶۵
- شکل ۲-۳: زمین لغزش قدیمی مخزن قبل از ساخت سد (شرکت سهامی آب منطقه ای آذربایجان شرقی، ۱۳۷۸)..... ۶۸
- شکل ۳-۳: محل گمانه های مطالعات ژئوتکنیک (شرکت سهامی آب منطقه ای آذربایجان شرقی، ۱۳۷۸)..... ۶۹
- شکل ۴-۳: جدول شماره ۱ خواص فیزیکی مصالح حاصل از مطالعات ژئوتکنیک..... ۷۰
- شکل ۵-۳: جدول شماره ۲ خواص فیزیکی مصالح حاصل از مطالعات ژئوتکنیک..... ۷۰
- شکل ۶-۳: لاگ گمانه BH 301 واقع در توده لغزیده ساحل راست..... ۷۱
- شکل ۷-۳: لاگ گمانه BH 302 واقع در توده لغزیده ساحل راست..... ۷۲
- شکل ۸-۳: لاگ گمانه BH 303 واقع در توده لغزیده ساحل راست..... ۷۳
- شکل ۹-۳: لاگ گمانه BH 304 واقع در توده لغزیده ساحل راست..... ۷۴
- شکل ۱۰-۳: لاگ گمانه BH 305 واقع در توده لغزیده ساحل راست..... ۷۵
- شکل ۱۱-۳: موقعیت پروفیل های ژئورادار برداشت شده..... ۷۷
- شکل ۱۲-۳: نمونه پروفیل های ژئورادار..... ۷۹
- شکل ۱۳-۳: نمودار تراز چاهک های مشاهده ای به همراه سطح تراز مخزن..... ۸۰
- شکل ۱۴-۳: تراز سطح آب مخزن و تراز ایستایی در گمانه های ساحل راست مرداد ماه..... ۸۱
- شکل ۱۵-۳: تراز سطح آب مخزن و تراز ایستایی در گمانه های ساحل راست شهریور ماه..... ۸۱
- شکل ۱۶-۳: ایده اصلی یک مدل الاستیک کاملاً پلاستیک..... ۸۴
- شکل ۱۷-۳: سطح تسلیم مدل موهر- کولمب در فضای تنش های اصلی ( $C=0$ )..... ۸۶

- شکل ۳-۱۸: جدول پارامترهای مدل موهر- کولمب..... ۸۸
- شکل ۳-۱۹: تعریف E0 از E50 نتایج آزمایش سه محوری زهکشی شده استاندارد..... ۸۹
- شکل ۳-۲۰: دایره‌های تنش در حالت تسلیم، ترسیم پوش گسیختگی کولمب..... ۹۱
- شکل ۳-۲۱: عکس ماهواره ای محل سد ومحل مقاطع..... ۹۲
- شکل ۳-۲۲: نقشه توپوگرافی محدوده محور و مخزن سد قلعه چای..... ۹۳
- شکل ۳-۲۳: مقطع عرضی مدل شده در نرم افزار sec A-A..... ۹۴
- شکل ۳-۲۴: مقطع عرضی مدل شده در نرم افزار sec B-B..... ۹۴
- شکل ۳-۲۵: مقطع عرضی مدل شده در نرم افزار sec C-C..... ۹۵
- شکل ۳-۲۶: مقطع عرضی مدل شده در نرم افزار sec D-D..... ۹۵
- شکل ۳-۲۷: مقطع عرضی مدل شده در نرم افزار sec E-E..... ۹۶
- شکل ۳-۲۸: تنظیمات مصالح و اطلاعات کلی پروژه..... ۹۷
- شکل ۳-۲۹: خواص فیزیکی مصالح وارده پروژه..... ۹۷
- شکل ۳-۳۰: مش بندی مقطع A-A..... ۹۸
- شکل ۳-۳۱: پنجره تعیین نوع اعمال فشار آب..... ۱۰۰
- شکل ۳-۳۲: پنجره Generete initial stresses..... ۱۰۱
- شکل ۳-۳۳: پنجره اصلی برنامه Calculations..... ۱۰۲
- شکل ۳-۳۴: پارامترهای الاستیک در مدل‌های الاستیک خطی..... ۱۰۷
- شکل ۳-۳۵: ضرایب در صفحه جدول بندی ضرایب..... ۱۱۱
- شکل ۳-۳۶: پاسخ طیفی شتابنگاشت‌های مقیاس شده به g..... ۱۱۵
- شکل ۳-۳۷: طیف پاسخ میانگین شتابنگاشت‌های مقیاس شده و سازگار با طیف طرح..... ۱۱۶
- شکل ۳-۳۸: تاریخچه زمانی بکار رفته در مدل دینامیکی (طبس)..... ۱۱۷
- شکل ۳-۳۹: تاریخچه زمانی طرح بعد از ورود به نرم افزار..... ۱۱۷
- شکل ۳-۴۰: هندسه مساله مدل صحت سنجی نرم افزار..... ۱۱۸
- شکل ۳-۴۱: کنتورهای تغییر مکان عمودی مدل صحت سنجی نرم افزار..... ۱۱۹
- شکل ۳-۴۲: تنش‌های کلی در خاک مدل صحت سنجی نرم افزار..... ۱۱۹
- فصل چهارم: نتایج و بحث..... ۱۲۱
- شکل ۴-۱: نمودار مش بندی تغییر شکل یافته مقطع A-A بعد از تحلیل در حالت خالی مخزن..... ۱۲۲
- شکل ۴-۲: نمودار حرکت کلی مقطع A-A بعد از تحلیل در حالت خالی مخزن..... ۱۲۳

- شکل ۳-۴: نمودار تنش های موثر مقطع A-A در حالت خالی مخزن..... ۱۲۳
- شکل ۴-۴: نمودار مش بندی تغییر شکل یافته مقطع B-B بعد از تحلیل در حالت خالی مخزن..... ۱۲۴
- شکل ۵-۴: نمودار حرکت کلی مقطع B-B بعد از تحلیل در حالت خالی مخزن..... ۱۲۴
- شکل ۶-۴: نمودار تنش های موثر مقطع B-B در حالت خالی مخزن..... ۱۲۵
- شکل ۷-۴: نمودار مش بندی تغییر شکل یافته مقطع C-C بعد از تحلیل در حالت خالی مخزن..... ۱۲۵
- شکل ۸-۴: نمودار حرکت کلی مقطع C-C بعد از تحلیل در حالت خالی مخزن..... ۱۲۶
- شکل ۹-۴: نمودار تنش های موثر مقطع C-C در حالت خالی مخزن..... ۱۲۶
- شکل ۱۰-۴: نمودار مش بندی تغییر شکل یافته مقطع D-D بعد از تحلیل در حالت خالی مخزن..... ۱۲۷
- شکل ۱۱-۴: نمودار مش بندی تغییر شکل یافته مقطع E-E بعد از تحلیل در حالت خالی مخزن..... ۱۲۷
- شکل ۱۲-۴: نمودار حرکت کلی مقطع D-D بعد از تحلیل در حالت خالی مخزن..... ۱۲۸
- شکل ۱۳-۴: نمودار حرکت کلی مقطع E-E بعد از تحلیل در حالت خالی مخزن..... ۱۲۸
- شکل ۱۴-۴: نمودار تنش های موثر مقطع D-D در حالت خالی مخزن..... ۱۲۹
- شکل ۱۵-۴: نمودار تنش های موثر مقطع E-E در حالت خالی مخزن..... ۱۲۹
- شکل ۱۶-۴: نمودار مش بندی تغییر شکل یافته مقطع A-A بعد از تحلیل در حالت پر مخزن..... ۱۳۰
- شکل ۱۷-۴: نمودار حرکت کلی مقطع A-A بعد از تحلیل در حالت پر مخزن..... ۱۳۰
- شکل ۱۸-۴: نمودار تنش های موثر مقطع A-A در حالت پر مخزن..... ۱۳۱
- شکل ۱۹-۴: نمودار مش بندی تغییر شکل یافته مقطع B-B بعد از تحلیل در حالت پر مخزن..... ۱۳۱
- شکل ۲۰-۴: نمودار حرکت کلی مقطع B-B بعد از تحلیل در حالت پر مخزن..... ۱۳۲
- شکل ۲۱-۴: نمودار تنش های موثر مقطع B-B در حالت پر مخزن..... ۱۳۲
- شکل ۲۲-۴: نمودار مش بندی تغییر شکل یافته مقطع C-C بعد از تحلیل در حالت پر مخزن..... ۱۳۳
- شکل ۲۳-۴: نمودار حرکت کلی مقطع C-C بعد از تحلیل در حالت پر مخزن..... ۱۳۳
- شکل ۲۴-۴: نمودار تنش های موثر مقطع C-C در حالت پر مخزن..... ۱۳۴
- شکل ۲۵-۴: نمودار مش بندی تغییر شکل یافته مقطع D-D بعد از تحلیل در حالت پر مخزن..... ۱۳۴
- شکل ۲۶-۴: نمودار مش بندی تغییر شکل یافته مقطع E-E بعد از تحلیل در حالت پر مخزن..... ۱۳۵
- شکل ۲۷-۴: نمودار حرکت کلی مقطع D-D بعد از تحلیل در حالت پر مخزن..... ۱۳۵
- شکل ۲۸-۴: نمودار حرکت کلی مقطع E-E بعد از تحلیل در حالت پر مخزن..... ۱۳۶
- شکل ۲۹-۴: نمودار تنش های موثر مقطع D-D در حالت پر مخزن..... ۱۳۶
- شکل ۳۰-۴: نمودار تنش های موثر مقطع E-E در حالت پر مخزن..... ۱۳۷

- شکل ۴-۳۱: نمودار مش بندی تغییر شکل یافته مقطع A-A بعد از تحلیل در حالت تخلیه سریع..... ۱۳۷
- شکل ۴-۳۲: نمودار حرکت کلی مقطع A-A بعد از تحلیل در حالت تخلیه سریع..... ۱۳۸
- شکل ۴-۳۳: نمودار فشار آب حفره ای اضافی مقطع A-A در حالت تخلیه سریع..... ۱۳۸
- شکل ۴-۳۴: نمودار مش بندی تغییر شکل یافته مقطع B-B بعد از تحلیل در حالت تخلیه سریع..... ۱۳۹
- شکل ۴-۳۵: نمودار حرکت کلی مقطع B-B بعد از تحلیل در حالت تخلیه سریع..... ۱۳۹
- شکل ۴-۳۶: نمودار مش بندی تغییر شکل یافته مقطع C-C بعد از تحلیل در حالت تخلیه سریع..... ۱۴۰
- شکل ۴-۳۷: نمودار حرکت کلی مقطع C-C بعد از تحلیل..... ۱۴۰
- شکل ۴-۳۸: نمودار مش بندی تغییر شکل یافته مقطع D-D بعد از تحلیل در حالت تخلیه سریع..... ۱۴۱
- شکل ۴-۳۹: نمودار مش بندی تغییر شکل یافته مقطع E-E بعد از تحلیل در حالت تخلیه سریع..... ۱۴۱
- شکل ۴-۴۰: نمودار حرکت کلی مقطع D-D بعد از تحلیل در حالت تخلیه سریع..... ۱۴۲
- شکل ۴-۴۱: نمودار حرکت کلی مقطع E-E بعد از تحلیل در حالت تخلیه سریع..... ۱۴۲
- شکل ۴-۴۲: نمودار فشار آب حفره ای اضافی مقطع D-D در حالت تخلیه سریع..... ۱۴۳
- شکل ۴-۴۳: نمودار فشار آب حفره ای اضافی مقطع E-E در حالت تخلیه سریع..... ۱۴۳
- شکل ۴-۴۴: مقایسه ضریب اطمینان مقاطع مختلف در حالت خالی، پر و تخلیه سریع مخزن..... ۱۴۴
- شکل ۴-۴۵: نمودار نقاط معرفی شده به نرم افزار قبل از تحلیل مقطع A-A در حالت زلزله..... ۱۴۵
- شکل ۴-۴۶: نمودار شتاب به پایه جهت مقایسه با شتاب نگاشت وارد شده در مقطع A-A..... ۱۴۵
- شکل ۴-۴۷: نمودار تغییر مکان پایه نسبت به زمان در مقطع A-A در حالت خالی مخزن..... ۱۴۶
- شکل ۴-۴۸: نمودار تغییر مکان نسبت به زمان نقطه B در مقطع A-A حالت خالی مخزن..... ۱۴۶
- شکل ۴-۴۹: نمودار تغییر مکان نسبت به زمان بستر حالت پر مخزن در مقطع A-A..... ۱۴۷
- شکل ۴-۵۰: نمودار تغییر مکان نسبت به زمان نقطه B حالت پر مخزن در مقطع A-A..... ۱۴۷
- شکل ۴-۵۱: نمودار شتاب نسبت به زمان نقطه B حالت خالی مخزن در مقطع A-A..... ۱۴۸
- شکل ۴-۵۲: نمودار شتاب نسبت به زمان نقطه B حالت پر مخزن در مقطع A-A..... ۱۴۸
- شکل ۴-۵۳: نمودار محل و مدل لغزش در مقطع A-A..... ۱۴۹
- شکل ۴-۵۴: نمودار نقاط معرفی شده به نرم افزار قبل از تحلیل در مقطع B-B..... ۱۵۰
- شکل ۴-۵۵: نمودار شتاب به پایه جهت مقایسه با شتاب نگاشت وارد شده در مقطع B-B..... ۱۵۰
- شکل ۴-۵۶: نمودار تغییر مکان بستر نسبت به زمان حالت خالی مخزن در مقطع B-B..... ۱۵۱
- شکل ۴-۵۷: نمودار تغییر مکان نسبت به زمان نقطه B حالت خالی مخزن در مقطع B-B..... ۱۵۱
- شکل ۴-۵۸: نمودار تغییر مکان بستر نسبت به زمان حالت پر مخزن در مقطع B-B..... ۱۵۲

- شکل ۴-۵۹: نمودار تغییر مکان نسبت به زمان نقطه B حالت پر مخزن در مقطع B-B..... ۱۵۲
- شکل ۴-۶۰: نمودار شتاب نسبت به زمان نقطه B حالت خالی مخزن در مقطع B-B..... ۱۵۳
- شکل ۴-۶۱: نمودار شتاب نسبت به زمان نقطه B حالت پر مخزن در مقطع B-B..... ۱۵۳
- شکل ۴-۶۲: نمودار نقاط معرفی شده به نرم افزار قبل از تحلیل در مقطع C-C..... ۱۵۴
- شکل ۴-۶۳: نمودار شتاب به پایه جهت مقایسه با شتاب نگاشت وارد شده در مقطع C-C..... ۱۵۴
- شکل ۴-۶۴: نمودار تغییر مکان بستر نسبت به زمان حالت خالی مخزن در مقطع C-C..... ۱۵۵
- شکل ۴-۶۵: نمودار تغییر مکان نسبت به زمان نقطه B حالت خالی مخزن در مقطع C-C..... ۱۵۵
- شکل ۴-۶۶: نمودار تغییر مکان نسبت به زمان نقطه B حالت پر مخزن در مقطع C-C..... ۱۵۶
- شکل ۴-۶۷: نمودار شتاب نسبت به زمان نقطه B حالت خالی مخزن در مقطع C-C..... ۱۵۶
- شکل ۴-۶۸: نمودار شتاب نسبت به زمان نقطه B حالت پر مخزن در مقطع C-C..... ۱۵۷
- شکل ۴-۶۹: نمودار نقاط معرفی شده به نرم افزار قبل از تحلیل مقطع D-D..... ۱۵۸
- شکل ۴-۷۰: نمودار شتاب به پایه جهت مقایسه با شتاب نگاشت وارد شده مقطع D-D..... ۱۵۸
- شکل ۴-۷۱: نمودار شتاب به پایه جهت مقایسه با شتاب نگاشت وارد شده مقطع E-E..... ۱۵۹
- شکل ۴-۷۲: نمودار تغییر مکان نسبت به زمان نقطه B حالت خالی مخزن مقطع D-D..... ۱۵۹
- شکل ۴-۷۳: نمودار تغییر مکان نسبت به زمان نقطه B حالت خالی مخزن مقطع E-E..... ۱۶۰
- شکل ۴-۷۴: نمودار تغییر مکان نسبت به زمان نقطه B حالت پر مخزن مقطع D-D..... ۱۶۰
- شکل ۴-۷۵: نمودار تغییر مکان نسبت به زمان نقطه E حالت پر مخزن مقطع E-E..... ۱۶۱
- شکل ۴-۷۶: نمودار محل و مدل لغزش مقطع D-D..... ۱۶۱
- شکل ۴-۷۷: نمودار محل و مدل لغزش مقطع E-E..... ۱۶۲

# فصل اول: مقدمه و اهداف

### ۱-۱- مقدمه

سد قلعه چای، سد خاکی با هسته رسی در ۲/۵ کیلومتری پایین دست روستای ینگجه و به فاصله مستقیم ۲۰ کیلومتری شمال شرقی شهرستان عجب شیر، در استان آذربایجان شرقی قرار دارد. بروز ترک‌هایی در حاشیه مخزن سد قلعه چای، که همزمان با اولین آبگیری دریاچه رخ داد، موضوع تحقیق حاضر می باشد.

### ۱-۲- اهداف تحقیق

مسئله قابل طرح بدین قرار است که با توجه به سوابق تاریخی دور و هم زمانی بروز ترکها با تغییرات سطح آب دریاچه، این پرسش را پیش رو قرار می دهد که وابستگی این حرکات با عملکرد مخزن چگونه بوده و در هنگام وقوع زلزله نیز منتظر چه عواقب و حرکاتی در محدوده مخزن باید بود؟

### ۱-۳- روند ارائه تحقیق

در این پایان نامه بر طبق روال در فصل دوم به بررسی تئوریهای لازم پرداخته است. در فصل دوم ابتدا به بررسی تعاریف زمین لغزش و چگونگی و علل بروز زمین لغزش می پردازیم و سپس ابعاد و اجزا مهم زمین لغزش را شرح داده و همچنین در انتهای فصل به معرفی انواع زمین لغزش می پردازیم. در فصل سوم به بررسی مواد و روشهای بکار رفته پرداخته شده است. که شامل معرفی سد قلعه چای و زمین شناسی مهندسی مخزن و معرفی گمانه های ژئوتکنیک و کاوشهای ژئورادار و معرفی نرم افزار و مدل های رفتاری خاک و معرفی مقاطع و نحوه مدل کردن آنها در نرم افزار و در آخر نحوه مدلسازی دینامیکی و شتاب نگاشتهای مورد استفاده، می باشد.

در فصل چهارم به نتایج و بحث بر روی آنها پرداخته شده است که شامل بررسی پایداری مقاطع مختلف در حالت های خالی، پر و تخلیه آبی مخزن با وقوع زلزله و بدون وقوع آن می باشد. در فصل پنجم که مربوط به نتیجه گیری و پیشنهادها می شود، به جمع بندی نتایج و ارائه پیشنهادها پرداخته شده است.

لازم به ذکر است که پدیده زمین لغزش هر ساله خسارت های مالی و جانی، تخریب راهها، خطوط لوله و خطوط انتقال نیرو را بوجود می آورد. در این پایان نامه تلاش بر این بود که با ارزیابی و پردازش داده ها و انجام تحلیل های مختلف نرم افزاری، نتایج بر جلوگیری از عواقب ناخوشایند زمین لغزش بوده و افزایش عمر مفید سد کمک نماید.

# فصل دوم بررسی منابع و پیشینه کار (مطالعات پیشین)



## ۲-۱- مقدمه

حرکات توده ای از جمله پدیده هایی است که گهگاه در شیب تند تپه ها و مناطق کوهستانی به وقوع می پیوندد. این حرکات در برخی موارد خطرات جانی و مالی در پی دارد. یکی از اثرات غیر قابل انکار این پدیده، تشدید فرسایش خاک و انتقال رسوبات به پشت سدها و یا بندهای پایین دست حوزه های آبخیز می باشد (پارسایی، ۱۳۸۵).

زمین لغزش ها جز پدیده های به شمار می روند که در کل به عنوان حرکت توده ای معرفی می شوند. مطالعه علمی و جامع پدیده زمین لغزش در دنیا به دلایل متعدد، از مهمترین مسائل است. از جمله آن به جرات می توان گفت، حساسترین و مهمترین مسائل در پروژه های عمرانی، همچون انتخاب مسیر احداث بزرگراه ها و راههای اصلی و فرعی کوهستانی، انتخاب محل احداث سدهای خاکی، بتونی و طرح هایی همچون توسعه جنگل ها و مراتع طبیعی و هرگونه توسعه معدنی در گرو مطالعه پایداری شیب های طبیعی منطقه است. عدم توجه به این مسئله خسارات جبران ناپذیری را می تواند به دنبال داشته باشد.

کشور ایران به علت توپوگرافی عمدتاً کوهستانی، فعالیت های نئوتکتونیک، زلزله خیزی، شرایط جغرافیایی و سازندهای متنوع زمین شناختی، شرایط مساعدی را برای وقوع پدیده زمین لغزش، بطور بالقوه دارا می باشد. این پدیده هر ساله به خسارت های مالی و جانی، تخریب راه ها، خطوط لوله، خطوط انتقال نیرو، تاسیسات معدنی، تونل ها، نقاط مسکونی شهری و روستایی و منابع طبیعی در کشور منجر می شود. عدم رعایت کاربری مناسب برای مناطق و تغییر در کاربری زمین ها همگی دست به دست هم داده تا فرسایش خاک، روز به روز با شدت بیشتری صورت گیرد و مبالغ مالی زیادی بجای آنکه صرف تولیدات و آبادانی این کشورها گردد به ناچار صرف تثبیت خاک و جلوگیری از فرسایش می شود (افجه ای نصرآبادی، ۱۳۸۵).

وجود چنین مسائلی در کشور، ما را بر آن می دارد تا توجه بیشتری بر این پدیده های زیانبار داشته باشیم، بروز زمین لغزش در کشور و خسارات گاهاً جبران ناپذیر آن مستلزم توجه بیشتر مردم و مسئولین به این امر می باشد.

## ۲-۲- مبانی زمین لغزش

### ۲-۲-۱- تعریف زمین لغزش

در تعریف زمین لغزش، کارشناسان و متخصصان مختلف با توجه به زمینه کاری و مطالعاتی خود تعاریف متفاوتی را ارائه نموده اند، که آنچه باید در این مورد به آن اذعان داشت وجوه مشترک قابل توجه در بین تعاریف مختلف می باشد.

اصطلاح زمین لغزش گاهی برای هر نوع توده خاکی که به سمت پایین دامنه حرکت کند، به کار میرود و در برخی موارد، اشاره به تیپ خاصی از حرکات توده ای دارد و عموماً به کلیه رویدادهایی گفته می شود که در اثر ناپایداری در دامنه ها اتفاق افتاده و سبب جابجایی توده ای از مواد در طول دامنه می شود.<sup>۱</sup>

بر اساس نظریه برخی دانشمندان، زمین لغزه عبارت است از حرکت خاک، سنگ و واریزه ها که بر روی شیب ها صورت می گیرد.<sup>۲</sup> گاهی در این زمینه دانشمندان علاوه بر خاک، مواد تشکیل دهنده شیب شامل صخره های طبیعی، انباشته های مصنوعی و یا مخلوطی از آنها که توسط نیروی ثقل به سمت پایین جا به جا شوند را نیز جز این دسته به شمار می آورند.<sup>۳</sup>

در تعریفی دیگر، در بررسی پدیده زمین لغزش هر گونه جابجایی سریع توده ای از سنگ، خاک یا رسوب موجود بر روی شیب، به طوری که مرکز ثقل توده جابجا شده به سمت پایین حرکت کند<sup>۴</sup> و در یک سطح ارتفاعی پایین تر در نتیجه کاهش شیب بر جای گذاشته می شود را نیز جز زمین لغزش دسته بندی نموده اند (احمدی، ۱۳۸۵).

برخی از دانشمندان نیز، بحث را به مهندسی شیب ربط داده و بیان نموده اند که زمین لغزش، کلیه حرکات و گسیختگیهای شیبی یا دامنه ای<sup>۵</sup> نسبتاً سریع است که وزن، نیروی اصلی ناپایداری شیب در پدیده مذکور است و با کاهش ناگهانی ضریب اطمینان به سطح پایین تر از واحد "یک" تحت تاثیر غلبه نیروهای محرک بر نیروهای مقاوم در سطوح شیبدار به وقوع می پیوندد (شریعت جعفری، ۱۳۷۵، غیومیان و فرهادی نژاد، ۱۳۸۴).

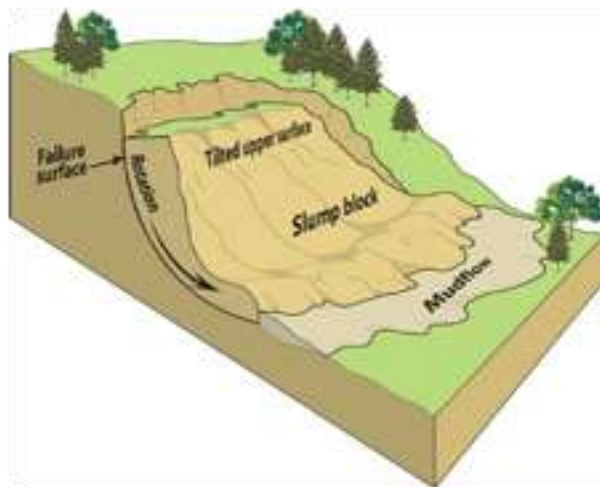
<sup>1</sup> Dereck H.conforth ;2005

<sup>2</sup> Curden;1991

<sup>3</sup> Varners;1978

<sup>4</sup> Terzaghi;1960

<sup>5</sup> Slop Movement



شکل ۱-۲: نمایی از عناصر موجود در یک زمین لغزش (پارسایی، ۱۳۸۵)

سازمان‌های مرتبط نیز تعاریف خاصی برای این پدیده عنوان نموده اند، از جمله می توان به تعریف فائو اشاره نمود که در راهنمای مدیریت آبخیزها، زمین لغزش را حرکت قسمتی از شیب یک صخره، واریزه درشت یا خاک در طول سطح لغزشی معرفی نموده است.<sup>۱</sup> همچنین انجمن زمین شناسی مهندسی نیز زمین لغزش را عبارت از جابجایی توده ای از مواد (سنگ بستر یا خاک های ماسه ای) در امتداد شیب به سمت پایین دامنه بیان نموده است. بنابراین این انجمن عنوان نموده است که زمانی زمین، مستعد حرکت می شود که نوعی ناپایداری (به هر دلیل ممکن) در یک شیب حادث شود.<sup>۲</sup> در فرهنگ لغت زمین شناسی، واژه زمین لغزش بدین گونه توصیف شده است: حرکت رو به پایین مواد خاکی و سنگی در اثر نیروی ثقل، که معمولا مواد جابجا شده بر روی سطح مشخصی حرکت می نمایند.<sup>۳</sup>

در بررسی پدیده زمین لغزش توسط کاتس<sup>۴</sup> مهمترین نکاتی که عنوان شد عبارت است از اینکه زمین لغزش ها نشان دهنده یک سری از پدیده هایی هستند که بطور کلی تحت عنوان حرکت توده ای<sup>۵</sup> مطرح میشوند؛ که در آن، نیروی اصلی ناپایداری شیب است. در زمین لغزش، توده ای از خاک یا

<sup>1</sup> FAO watershed management field manual

<sup>2</sup> IAEG; 1990

<sup>3</sup> Selby ;1985

<sup>4</sup> Coats ;1977

<sup>5</sup> Mass Movement

سنگ یا مواردی چنین جابجا می شود که حرکت این توده گسیخته شده معمولاً سریع می باشد؛ اما این حرکت می تواند از سرعتهای بسیار کند تا سریع اتفاق افتد (شریعت جعفری، ۱۳۷۵).  
تعریف ارائه شده در زیر می تواند تکمیل کننده این بخش از بحث باشد که هرگونه حرکت در امتداد شیب با سرعت های کم تا زیاد که در آن مواد مختلف از جمله خاک، واریزه و حتی نهشته های مصنوعی به سمت پایین شیب حرکت نمایند را زمین لغزش گویند؛ که وجود شیب از اساسی ترین فاکتور ها در این تعریف می باشد.

### ۲-۲-۲- چگونگی بروز زمین لغزش

بطور معمول در وقوع یک زمین لغزش مجموعه ای از عوامل و شرایط شامل وضعیت شیب، طول شیب، بارندگی، خصوصیت زمین شناختی، عوامل انسانی، جنگل زدایی، وضعیت توپوگرافی و عوامل مشابه دیگر تاثیر گذار می باشند.

نیروی ثقل زمین همواره سبب اعمال یک نیروی رو به پایین به مواد میشود. در اثر اعمال این نیرو که نتیجه تجزیه نیروی وزن در روی دامنه می باشد. (شکل ۱-۲)، مواد ناپایدار موجود در دامنه ها در جهت رسیدن به پایداری بر روی دامنه شروع به حرکت کرده و بر اساس عوامل مختلفی مانند هندسه دامنه، نوع مواد، نوع حرکت مواد انواع حرکات دامنه ای از جمله زمین لغزش را به وجود می آورند (معماریان، ۱۳۷۴).

رانش شیب هنگامی آغاز می شود که نیروی برشی در صفحه گسیختگی بیشتر از مقاومت برشی خاک در این صفحه باشد. این مطلب به صورت رابطه ۱ بیان می شود:  
رابطه (۱):

$$F_s = \frac{\tau_f}{\tau_d}$$

در این رابطه  $F_s$  ضریب اطمینان،  $\tau_f$  مقاومت برشی در صفحه برشی و  $\tau_d$  تنش برشی ایجاد شده در این صفحه است. در صورتی زمین لغزش رخ می دهد که  $F_s < 1$  باشد.  
بر اساس آنچه ذکر شد، زمین لغزش زمانی رخ می دهد که تنش های برشی و یا نیروهای ثقلی بر روی یک شیب بر مقاومت برشی غلبه کنند. تنش های برشی ممکن است بوسیله برخی از فرآیندها افزایش یابد. این فرآیندها سبب کاهش اساس پایداری شیب می شوند. فرآیندهایی چون فرسایش