

۲۳۹۲



باسمه تعالی

دانشگاه مازندران

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد

موضوع

بررسی عوامل مؤثر بر ناپایداری برخی از لغزش های استان مازندران و ارائه  
راه کار مناسب بمنظور تثبیت آنها با استفاده از برنامه های رایانه ای (عددی)

اساتید راهنما :

آقای دکتر عسکر جانعلی زاده و آقای دکتر عیسی شوش پاشا

۱۴ / ۸ / ۱۳۸۱

وزارتخانه های استان مازندران  
مستند سازی

تهیه و تنظیم از :

عبدالعلی زارع

بهار ۱۳۸۱

۲۳۳۹۲

بسمه تعالی



دانشگاه مازندران  
معاونت آموزشی  
تحصیلات تکمیلی

## ارزشیابی پایان نامه در جلسه دفاعیه

دانشگاه فنی و مهندسی

شماره دانشجویی : ۷۷۴۶۰۴

نام و نام خانوادگی دانشجو : عبدالعلی زارع

مقطع : کارشناسی ارشد

رشته تحصیلی : مهندسی عمران - خاک و پی

سال تحصیلی : نیمسال دوم ۸۱-۱۳۸۰

عنوان پایان نامه :

بررسی عوامل موثر بر ناپایداری شیروانیها در استان مازندران و راهکارهای مقابله با آنها

به کمک روشهای عددی

تاریخ دفاع : ۱۳۸۱/۴/۱۷

نمره پایان نامه (به عدد) : ۱۷/۵

نمره پایان نامه (به حروف) : هفده و پنجم

۴۳۲۹۲

هیات داوران :

استاد راهنما : دکتر عسکر جانعلی زاده

استاد راهنما : دکتر عیسی شوش پاشا

استاد مدعو : دکتر ابوالفضل اسلامی

استاد مدعو : دکتر علی فرهادی

نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی : مهندس نادر روشن

امضا

امضا

امضا

امضا

امضا

۸۱/۴/۱۷

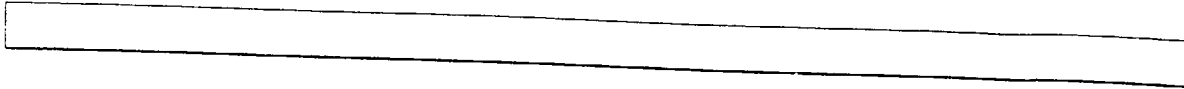
## چکیده

زمین لغزش یک پدیده طبیعی بوده که از دیرباز در زندگی انسان مطرح و بطور جدی آرامش فرد و جامعه را تهدید می کند. تثبیت شیروانیها همواره یکی از اصلی ترین مشکلات مهندسی ژئوتکتیک بشمار میرود.

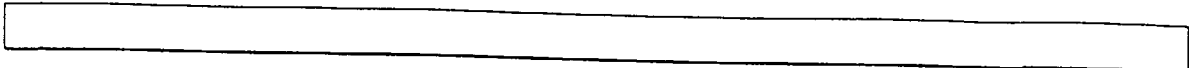
استان مازندران نیز از جمله مناطق لغزه خیز کشور بوده که همه ساله در اثر وقوع لغزشها، خسارات جانی و مالی فراوانی بار می آید، لذا بررسی و تعیین علل لغزشها در سطح استان و ارائه راهکار مناسب و اقتصادی بمنظور تثبیت آنها با در نظر گرفتن شرایط آب و هوایی، تکتونیکی و زمین شناسی منطقه تحت لغزش، لازم بنظر میرسید. بهمین منظور لغزش منطقه رامسر در غرب، روستای گلیچ خیل در مرکز و روستای شبکلا در شرق استان بصورت آماری و آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفته است. تجزیه و تحلیل انجام شده نشان می دهد که مکانیزم لغزش در اغلب شیروانیهای استان مازندران از نوع لغزشی دورانی سطحی بوده و عواملی از قبیل عبور گسلهای فرعی از میان برخی لغزشها، نزدیکی گسلهای اصلی به پاره‌ای از شیروانیهای لغزشی، بالا بودن میزان نزولات جوی و جنس خاک مناطق لغزشی از جمله عوامل مؤثر در ناپایداری شیروانیهای استان مازندران محسوب میگردند. بر همین اساس و طبق آزمایشها و آنالیزهای انجام شده بر روی لغزش روستای شبکلا، چنین استنباط میگردد که بهترین روش پیشنهادی تثبیت شیروانیهای تحت لغزش در سطح استان، روش زهکشی میباشد.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	<b>فصل اول : کلیات</b>
۱	( ۱-۱ ) اهداف
۱	( ۲-۱ ) روش کار
	<b>فصل دوم : تاریخچه لغزشها</b>
۴	( ۱-۲ ) آمار زمین لغزشها
۵	( ۲-۲ ) خسارات ناشی از زمین لغزه
۶	( ۳-۲ ) تعریف زمین لغزه
۶	( ۴-۲ ) طبقه بندی زمین لغزش ها
	<b>فصل سوم : عوامل مؤثر بر ناپایداری و روشهای تحلیل پایداری شیروانی ها</b>
۹	( ۱-۳ ) عوامل نا پایدار کننده شیروانیها
۱۰	( ۲-۳ ) روش های تحلیل شیروانی ها
۱۳	( ۱-۲-۳ ) روش فنلیوس
۱۴	( ۲-۲-۳ ) روش بیشاب
۱۶	( ۳-۲-۳ ) روش جانسو
۱۷	( ۴-۲-۳ ) روش تیلر
	<b>فصل چهارم : روش های پایدار سازی</b>
۲۷	( ۱-۴ ) روش های تثبیت شیروانی ها
۲۷	( ۱-۱-۴ ) روش های اصلاح شیروانی های
۲۷	( ۲-۱-۴ ) روش های مفید کننده



۳۱	۳-۱-۴) روش های مسلح کردن شیروانی
۳۴	۴-۱-۴) روش بیومهندسی
۳۴	۲-۴) انتخاب روش پایدار سازی
	<b>فصل پنجم: روش های عددی و معرفی نرم افزارها</b>
۳۷	۱-۵) مبانی روش های عددی تحلیل شیروانی ها
۴۱	۲-۵) معرفی نرم افزار STABL
۴۱	۱-۲-۵) مراحل مختلف تعریف مسئله
۴۵	۲-۲-۵) اطلاعات مورد نیاز برای تشکیل سطوح لغزش
۴۷	۳-۲-۵) تعیین محدوده معین برای تولید سطح لغزش
۴۷	۴-۲-۵) آماده سازی داده های ورودی
۴۷	۵-۲-۵) استفاده از دستورات STABLE
۵۴	۳-۵) معرفی برنامه STABIL
۵۵	۴-۵) معرفی برنامه SLIDE
	<b>فصل ششم: بررسی برخی از زمین لغزه های استان مازندران</b>
۵۷	۱-۶) زمین لغزه های رامسر
۶۸	۲-۶) لغزش روستای گلچین خیل
	<b>فصل هفتم: لغزش روستای شبکلا</b>
۷۴	۱-۷) موقعیت جغرافیایی
۷۴	۲-۷) وضعیت زمین شناسی
۷۴	۳-۷) پتانسیل لرزه خیزی
۷۶	۴-۷) مشخصات لغزش



۷۷ ( ۵-۷ ) میزان بارندگی منطقه

۷۷ ( ۶-۷ ) بررسی کار های عملی انجام شده در منطقه

۸۱ ( ۷-۷ ) تحلیل شیروانی بوسیله برنامه STABL

۸۸ ( ۸-۷ ) علل و عوامل لغزش

۸۸ ( ۹-۷ ) روش های تثبیت

۹۱ ( ۱۰-۷ ) مقایسه نتایج گراف های تحلیل و تثبیت

۹۲ ( ۱۱-۷ ) عملیات تثبیت

### فصل هشتم : خلاصه و نتیجه گیری

۱۲۵ مقدمه

۱۲۶ نتیجه

۱۲۷ پیشنهادات

## فهرست جداول

صفحه	عنوان
۶	۱-۲ طبقه بندی زمین لغزش از نظر سرعت مواد
۷	۲-۲ طبقه بندی زمین لغزش از نظر عمق گسیختگی
۱۲	۱-۳ روشهای مختلف تعادل حدی
۱۳	۲-۳ روشهای عمومی تحلیل پایداری و شرایط زمین شناسی
۱۴	۳-۳ روشهای تحلیل پایداری شیروانیها
۳۶	۱-۴ مشخصات مکانیکی خاک یک شیروانی تحت بررسی
۳۶	۲-۴ مقایسه شرایط یک شیروانی قبل و بعد از پایداری
۷۷	۱-۷ میزان متوسط بارندگی سالیانه منطقه شبکلا
۷۷	۲-۷ میانگین بارندگی ماهیانه منطقه شبکلا
۷۷	۳-۷ حد اکثر بارندگی ۲۴ ساعته منطقه شبکلا
۹۲	۴-۷ مقایسه نتایج تحلیل و تثبیت لغزش شبکلا



## فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۱۰	۱-۳ تاثیر زه در کاهش مقاومت برشی خاک
۱۱	۲-۳ ترکهای ایجاد شده در اثر حرکات تکتونیکی
۱۵	۳-۳ نیروهای بین باریکه ای بدون بار قائم در روش بیشاب
۱۵	۴-۳ نیروهای بین باریکه ای با بار قائم در روش بیشاب
۱۶	۵-۳ نیروهای بین باریکه ای در روش جانبو
۱۹	۶-۳ تحلیل پایداری به روش تیلر
-	
۲۱	۷-۳ نوع المان در آنالیز حد پایین
۲۱	۸-۳ نوع المان در آنالیز حد بالا
۲۳	۹-۳ سطح تسلیم در آنالیز حد پایین
۳۰	۱-۴ اجرای دیوار حائل وزنی
۳۱	۲-۴ اجرای دیوار حائل طره ای
۳۳	۳-۴ تثبیت شیروانی بوسیله تسمه های فولادی
۳۹	۱-۵ نمایش تنش برشی مقاوم
۴۲	۲-۵ نمونه مناسب
۴۲	۳-۵ نمونه نا مناسب
۴۵	۴-۵ خصوصیات یک خاک غیر همسان
۵۹	۱-۶ نقشه پراکندگی لغزش های رامسر
۶۰	۲-۶ نقشه زمین شناسی لغزش های رامسر
۶۳	۳-۶ نقشه توپوگرافی لغزش های رامسر
۶۷	۴-۶ نقشه مقدماتی خطر زمین لرزه در نقاط مختلف ایران

۶۹	۵-۶ نقشه مندماتی خطوط هم‌لرز در زلزله ۶۹ رودبار
۷۲	۶-۶ نقشه توپوگرافی لغزش گلیج خیل
۷۵	۱-۷ نقشه زمین شناسی لغزش های گلیج خیل و شبکلا
۸۰	۲-۷ نقشه توپوگرافی لغزش شبکلا
۸۲	۳-۷ پروفیل طولی لغزش شبکلا
۸۳	۴-۷ پلان گمانه زنی لغزش شبکلا
۸۴	۵-۷ پروفیل لایه بندی خاک لغزش شبکلا
۸۶	۶-۷ تحلیل شیروانی شبکلا
۸۷	۷-۷ تحلیل شیروانی شبکلا با حد اقل پارامتر های خاک منطقه
۸۹	۸-۷ ترک های کششی عرضی لغزش شبکلا
۸۹	۹-۷ ترک های کششی طولی لغزش شبکلا
۹۰	۱۰-۷ الف- تاثیر زه در کاهش مقاومت برشی
۹۰	۱۰-۷ ب- جاده مواصلاتی روستای شبکلا
۹۳	۱۱-۷ نمودار ضریب اطمینان در برابر تراز آب زیر زمینی
۹۵	۱۲-۷ تثبیت شیروانی شبکلا به روش پلکانی کردن
۹۶	۱۳-۷ تثبیت شیروانی شبکلا با دیوار حائل
۹۷	۱۴-۷ تثبیت شیروانی شبکلا با دیوار حائل با حد اقل پارامتر های خاک
۹۸	۱۵-۷ تثبیت شیروانی شبکلا به روش زهکشی
۹۹	۱۶-۷ تثبیت شیروانی شبکلا به روش زهکشی با حد اقل پارامتر های خاک
۱۰۰	۱۷-۷ پلان زهکشی شبکلا
۱۰۱	۱۸-۷ مشخصات مکانیکی خاک لایه ۴ از گمانه ۴ در حالت اشباع
۱۰۲	۱۹-۷ مشخصات مکانیکی خاک لایه ۴ از گمانه ۴ در حالت مرطوب

- |     |   |
|-----|---|
| ۱۰۳ | ۲۰-۷ مشخصات مکانیکی خاک لایه ۳ از گمانه ۳ در حالت اشباع |
| ۱۰۴ | ۲۱-۷ مشخصات مکانیکی خاک لایه ۳ از گمانه ۳ در حالت مرطوب |
| ۱۰۵ | ۲۲-۷ مشخصات مکانیکی خاک لایه ۳ از گمانه ۴ در حالت اشباع |
| ۱۰۶ | ۲۳-۷ مشخصات مکانیکی خاک لایه ۳ از گمانه ۴ در حالت مرطوب |
| ۱۰۷ | ۲۴-۷ مشخصات مکانیکی خاک لایه ۲ از گمانه ۴ در حالت اشباع |
| ۱۰۸ | ۲۵-۷ مشخصات مکانیکی خاک لایه ۲ از گمانه ۴ در حالت مرطوب |
| ۱۰۹ | ۲۶-۷ مشخصات مکانیکی خاک لایه ۴ از گمانه ۳ در حالت اشباع |
| ۱۱۰ | ۲۷-۷ مشخصات مکانیکی خاک لایه ۴ از گمانه ۳ در حالت مرطوب |
| ۱۱۱ | ۲۸-۷ مشخصات مکانیکی خاک لایه ۲ از گمانه ۳ در حالت اشباع |
| ۱۱۲ | ۲۹-۷ مشخصات مکانیکی خاک لایه ۲ از گمانه ۳ در حالت مرطوب |
| ۱۱۳ | ۳۰-۷ مشخصات مکانیکی خاک لایه ۱ از گمانه ۳ در حالت اشباع |
| ۱۱۴ | ۳۱-۷ مشخصات مکانیکی خاک لایه ۱ از گمانه ۳ در حالت مرطوب |
| ۱۱۵ | ۳۲-۷ مشخصات مکانیکی خاک لایه ۱ از گمانه ۲ در حالت اشباع |
| ۱۱۶ | ۳۳-۷ مشخصات مکانیکی خاک لایه ۱ از گمانه ۲ در حالت مرطوب |
| ۱۱۷ | ۳۴-۷ مشخصات مکانیکی خاک لایه ۱ از گمانه ۱ در حالت اشباع |
| ۱۱۸ | ۳۵-۷ مشخصات مکانیکی خاک لایه ۱ از گمانه ۱ در حالت مرطوب |
| ۱۱۹ | ۳۶-۷ مشخصات مکانیکی خاک لایه ۱ از گمانه ۴ در حالت اشباع |
| ۱۲۰ | ۳۷-۷ مشخصات مکانیکی خاک لایه ۱ از گمانه ۴ در حالت مرطوب |
| ۱۲۱ | ۳۸-۷ نمودار دانه بندی خاک لایه ۴ از گمانه ۴             |
| ۱۲۲ | ۳۹-۷ نمودار دانه بندی خاک لایه ۴ از گمانه ۳             |
| ۱۲۳ | ۴۰-۷ نمودار دانه بندی خاک لایه ۱ از گمانه ۱             |
| ۱۲۴ | ۴۱-۷ نمودار دانه بندی خاک لایه ۱ از گمانه ۲             |

# فصل اول

کلیات

## مقدمه

با توجه به رانش های متعددی که همه ساله در سطح استان مازندران بوقوع می پیوندد و همچنین تهدید های جانی و مالی لغزش های مورد نظر از قبیل تهدید جاده های مواصلاتی عبوری از پایین دست شیروانیها و همچنین تهدید منازل مسکونی واقع در بالادست آنها، یک بررسی کلی و آماری بر روی لغزشهای استان و ارائه راه کار مناسب بمنظور تثبیت آنها مورد نیاز میباشد.

## ۱-۱) اهداف

- ۱- بررسی برخی از لغزشهای بوقوع پیوسته و مشخص کردن علت و یا علل لغزش های مورد نظر در سطح استان.
- ۲- بررسی راه کارهای تثبیت لغزش های مورد نظر با بررسی دقیق و تحلیل رایانه ای یکی از لغزشهایی - که تا کنون بر روی آن تحقیقاتی صورت نگرفته است(بکمک نرم افزار عددی و با استفاده از انجام آزمایشهای مکانیک خاک)و ارائه یک راه کار مناسب و اقتصادی با توجه به شرایط آب و هوایی، تکتونیکی و زمین شناسی مناطق تحت لغزش.

## ۲-۱) روش کار

۱-۲-۱) بررسی و مطالعه آماری

بطور کلی لغزشهایی را در سطح استان در نظر گرفته و بصورت آماری، مطالعاتی را بر روی آنها انجام خواهیم داد. لغزشهایی از قبیل رانشهای منطقه رامسر در غرب استان و لغزش روستای گلیج خیل در ناحیه مرکزی و لغزش روستای شبکلا در شرق استان مازندران مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته که لغزش روستای شبکلا بصورت کامل وبا استفاده از انجام آزمایشهای مکانیک خاک در محل و در آزمایشگاه، دقیقاً "بوسیله برنامه های رایانه ای مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت. در این بررسی علل و عوامل مؤثر بر لغزشهای منطقه رامسر و روستای گلیج خیل و همچنین پیشنهادات ارائه شده بمنظور تثبیت آنها مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته و نتایج مورد نظر با نتایج بدست آمده از خروجی برنامه رایانه ای، مقایسه میگردد.

## ۱-۲-۲) بررسی‌های عملی بر روی لغزش شبکلا

با توجه به اینکه لغزش روستای شبکلا از جمله لغزشهای رخ داده در سطح استان بوده که تا کنون مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار نگرفته است و همچنین لغزش مزبور تهدیدی برای جاده مواصلاتی روستای شبکلا و روستاهای همجوار به شهرستان ساری بشمار می آید، که در فصل زمستان پنجه شیروانی بصورت سیلان گلی در آمده و متناوبا" جاده مورد نظر را مسدود می نماید و همچنین با توجه به تهدید دیرکهای خطوط انتقال نیرو عبوری از منطقه لغزش در اثر کاهش مقاومت برشی خاک اطراف پایه‌های آنها، یک بررسی دقیق و همه جانبه بر روی لغزش فوق و ارائه یک راه کار مناسب و اقتصادی بمنظور تثبیت آن لازم می باشد که بصورت زیر ارائه میگردد

## ۱-۲-۲-۱) بازدید از منطقه لغزش

در فصل زمستان زمانی که شیروانی در بحرانی ترین حالت قرار داشته، منطقه لغزشی مورد بازدید قرار خواهد گرفت، که در این بازدید، حدود لغزش، اثرات لغزش بر روی درختان موجود در منطقه، ترک های ایجاد شده در قسمت های مختلف شیروانی و همچنین وضعیت اشباع لایه های شیروانی مورد بررسی قرار میگردد.

## ۱-۲-۲-۱) تعیین شکل هندسی شیروانی

بمنظور تعیین شکل هندسی شیروانی نیاز به پروفیل طولی منطقه مورد نظر بوده که با استفاده از نقشه توپوگرافی منطقه، پروفیل مورد نظر تهیه ومورد استفاده قرار خواهد گرفت. با استفاده از نقشه مزبور مختصات شیروانی مورد نظر بعنوان بخشی از داده‌های ورودی برنامه رایانه‌ای مورد استفاده قرار میگردد.

## ۱-۲-۲-۱) گمانه زنی در منطقه

بمنظور تعیین تعداد، نوع و ضخامت لایه‌های خاک تشکیل دهنده لغزش مزبور، نیاز به حفر گمانه‌هایی در سطح و تراز های مختلف زمین بوده که بهمین منظور در هر شیب یک گمانه بگونه‌ای که تقریباً "پراگندگی آنها تمام منطقه لغزش را پوشش دهد حفر میگردد.

## ۱-۲-۲-۴) تعیین پارامترهای مکانیکی خاک منطقه

بمنظور تعیین پارامترهای مکانیکی خاک هر لایه، آزمایشهای تعیین وزن واحد حجم خاک در محل و همچنین آزمایشهای در صد رطوبت، دانه بندی و هیدرومتری و آزمایش برش مستقیم بر روی نمونه‌های مختلف از گمانه‌های مختلف را در آزمایشگاه انجام داده و پارامترهای مزبور را بعنوان داده‌های مورد نیاز برنامه رایانه‌ای بمنظور تحلیل شیروانی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

## ۱-۲-۲-۵) تحلیل رایانه‌ای

با استفاده از پارامترهای مکانیکی خاک نتیجه شده از آزمونهای آزمایشگاهی، از قبیل چسبندگی، اصطکاک، درصد رطوبت، و ..... و همچنین با استفاده از شکل هندسی بدست آمده از پروفیل طولی لغزش، داده‌های برنامه رایانه‌ای را تهیه و به برنامه معرفی مینمائیم و سپس با قراردادن سطح آب زیر زمینی در بحرانی ترین حالت که تمام لایه‌ها در حالت اشباع کامل قرار می‌گیرند، شیروانی را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و با استفاده از روشهای مختلف اقدام به تثبیت شیروانی مورد نظر کرده و ضرائب اطمینان حد اقل بدست آمده را با هم مقایسه کرده و روش بهینه تثبیت را ارائه می‌نماییم.