



دانشگاه شاهرود
دانشکده مهندسی - گروه مهندسی عمران

زمین شناسی مهندسی

فصل چهاردهم: گسیختگی شیروانی ها و زمین لغزش

علی میرزایی



• تقریباً تمامی شیروانی های خاکی به واسطه فرایند های طبیعی هواز دگی و انتقال مواد به واسطه شیب فرسایش پیدا می کنند.

• در شیروانی هایی که برای مدتی طولانی در وضعیت پایدار و استاتیک واقع شده اند، امکان گسیختگی گسترده و رخداد زمین لغزش به واسطه عوامل مختلف همچون بارش باران، تغییر وضعیت خاک منطقه، خاکبرداری و ... وجود دارد.

• در واقع زمین لغزش ها حالت بسیار تشدید یافته فرایند هواز دگی طبیعی در سنگ ها و خاک ها می باشد.

• زمین لغزش ها در انواع سنگ ها و خاک ها می توانند رخ پیدا کرده و دلیل رخداد آن ها به واسطه وجود برخی ساختارهای زمین شناسی، صفحات ضعیف و ... بوده که نرخ کند فرسایش را به صورت آنی افزایش داده و باعث گسیختگی کامل می شوند.

• پتانسیل رخداد یک زمین لغزش تابعی از ساختار زمین شناسی منطقه و یک عامل محرک که باعث به وجود آمدن زمین لغزش شده می باشد.

شیروانی های ناپایدار

• شیروانی های سنگی و خاکی می توانند به واسطه زاویه اصطکاک داخلی مصالح در شرایط پایدار بمانند. در صورتی که زاویه یک شیروانی از یک مقدار خاص بیشتر شود، این امر باعث ناپایدار شدن شیروانی می گردد.



• **شیروانی های رسی:** با زاویه شیب در حدود ۱۰ درجه ناپایدار می شوند. (تقریباً نصف زاویه اصطکاک داخلی)

• **سنگ ها:** بیشتر سنگ های با مقاومت متوسط تا بالا می توانند در شیروانی هایی قائم با ارتفاع در حدود ۱۰۰ متر پایدار بمانند. به عنوان مثال در منطقه کالیفرنیا، یک گنبد قائم از جنس گرانیت بوده که دارای ارتفاعی در حدود ۷۰۰ متر می باشد.

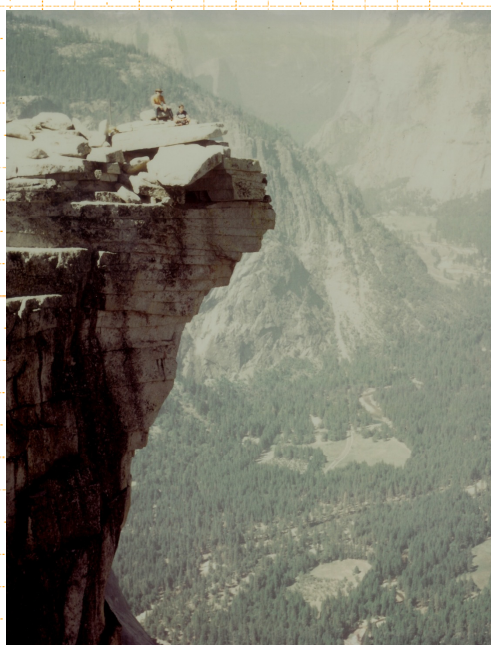
۲/۱۴

علی میرزایی

فصل چهاردهم: گسیختگی شیروانی ها و زمین لغزش

زمین شناسی مهندسی

شیروانی های ناپایدار



• **صفحات سست:** در سنگ ها وجود صفحات سست باعث رخداد زمین لغزش می گردد. وجود درزه ها و ترک ها و نواحی ضعیف می توانند باعث تشکیل صفحات سست گردند. در صورتی که این صفحات سست در امتداد شیب بوده و از زاویه اصطکاک داخلی سنگ بیشتر باشند، احتمال رخداد زمین لغزش وجود دارد.

۳/۱۴

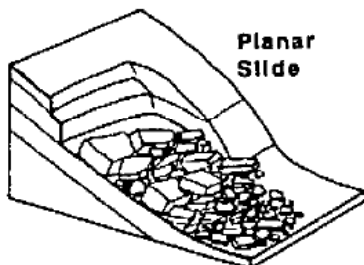
علی میرزایی

فصل چهاردهم: گسیختگی شیروانی ها و زمین لغزش

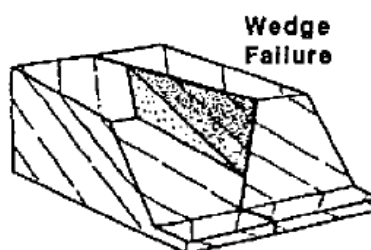
زمین شناسی مهندسی

شیروانی های ناپایدار

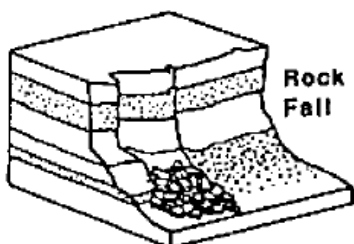
اشکال هندسی محتمل رخداد زمین لغزش:



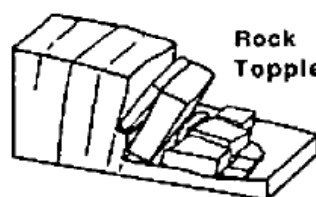
Planar Slide



Wedge Failure



Rock Fall



Rock Topple

۴/۱۴

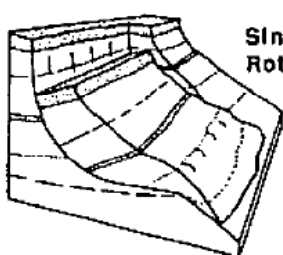
علی میرزایی

فصل چهاردهم: گسیختگی شیروانی ها و زمین لغزش

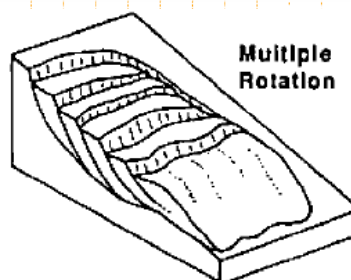
زمین شناسی مهندسی

شیروانی های ناپایدار

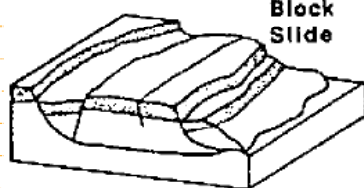
اشکال هندسی محتمل رخداد زمین لغزش:



Single Rotation



Multiple Rotation



Block Slide



Mud Flow

۵/۱۴

علی میرزایی

فصل چهاردهم: گسیختگی شیروانی ها و زمین لغزش

زمین شناسی مهندسی

انواع گسیختگی:

• **گسیختگی بزرگ در سنگ ها:** شامل گسیختگی های صفحه ای و یا گوه شکل بوده که در امتداد یک و یا چند صفحه سست رخ می دهند.

• **گسیختگی کوچک در سنگ ها:** شامل سقوط و واژگونی سنگ ها می باشد.

• **گسیختگی در رس ها:** شامل گسیختگی دورانی در امتداد یک صفحه سست دایروی می باشد.

• **گلرفت:** در خاک های رسی بسیار ضعیف و یا در سنگ ها بعد از رخداد گسیختگی اصلی اتفاق می افتد.

• **گسیختگی مرکب:** شامل ترکیبی از گسیختگی های مذکور می شود.

۶/۱۴

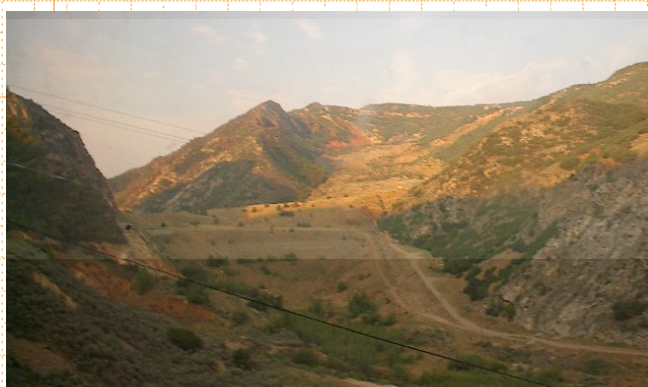
علی میرزایی

فصل چهاردهم: گسیختگی شیروانی ها و زمین لغزش

زمین شناسی مهندسی

سرعت گسیختگی:

• **گسیختگی کند:** در رس ها و مصالح انعطاف پذیر رخ می دهد. به عنوان مثال می توان به زمین لغزش تیستل در آمریکا (۱۹۸۳) اشاره نمود که دارای سرعت حرکت در حدود یک متر بر ساعت و به مدت دو هفته بوده است.



۷/۱۴

علی میرزایی

فصل چهاردهم: گسیختگی شیروانی ها و زمین لغزش

زمین شناسی مهندسی

سرعت گسیختگی:

• **گسیختگی تند:** در سنگ های ترد و شکننده رخ پیدا کرده و دارای سرعتی بسیار بالا و در حدود ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت می باشد. به عنوان مثال می توان به گسیختگی دره مدیسون در آمریکا (۱۹۵۹) اشاره نمود.

۸/۱۴

علی میرزایی

فصل چهاردهم: گسیختگی شیروانی ها و زمین لغزش

زمین شناسی مهندسی

سرعت گسیختگی:

• **گسیختگی تناوبی:** در مناطقی رخ پیدا کرده که در آن عامل رخداد زمین لغزش به واسطه فرسایش مصالح بوده و روند فرسایش مصالح به صورت متناوب رخ پیدا کند. همچون تغییرات فصلی تراز آب زیر زمینی و ...

به عنوان مثال می توان به گسیختگی مام تور در انگلستان اشاره نمود.

این گسیختگی در حدود ۴۰۰۰ سال گذشته شروع شده و به واسطه فرسایش مصالح در پاشنه شیروانی در حال وقوع می باشد.

۹/۱۴

علی میرزایی

فصل چهاردهم: گسیختگی شیروانی ها و زمین لغزش

زمین شناسی مهندسی

عوامل محرک زمین لغزش:

• هر زمین لغزش به واسطه حرکت و لغزش به واسطه وجود یک عامل محرک در امتداد یک و یا چند صفحه سست رخ می دهد. برخی از عوامل محرک معروف در ادامه معرفی شده اند.

آب: یکی از مهمترین عوامل زمین لغزش تغییرات تراز آب زیرزمینی و یا فشار آب حفره ای درون توده خاک ها می باشد.

حذف پاشنه شیروانی: در صورتی که پاشنه یک شیروانی پایدار به واسطه عواملی همچون خاکبرداری، فرسایش و ... از بین رود، این امر می تواند باعث رخداد زمین لغزش گردد.

حذف پاشنه شیروانی می تواند به صورت طبیعی (همچون فرسایش به واسطه جریان رودخانه و یا هوازدگی) و یا مصنوعی (همچون حفاری و یا خاکبرداری) انجام پذیرد.

بارگذاری در بالای شیروانی: در صورتی که در بالای شیروانی بارگذاری شود، این امر می تواند باعث گسیختگی و رخداد زمین لغزش گردد. به عنوان مثال: زمین لغزش ۱۹۵۶ در لس آنجلس.

۱۰/۱۴

علی میرزایی

فصل چهاردهم: گسیختگی شیروانی ها و زمین لغزش

زمین شناسی مهندسی

عوامل محرک زمین لغزش:



کاهش مقاومت مصالح: به واسطه فرایند هایی همچون هوازدگی امکان ضعیف تر شدن مصالح و رخداد زمین لغزش وجود دارد.

ارتعاشات: ارتعاشات نیز می توانند باعث کاهش مقاومت توده سنگ و یا خاک شده و نهایتاً باعث رخداد زمین لغزش گردند.

۱۱/۱۴

علی میرزایی

فصل چهاردهم: گسیختگی شیروانی ها و زمین لغزش

زمین شناسی مهندسی

عوامل محرک زمین لغزش:

ارتعاشات: ارتعاشات نیز می توانند باعث کاهش مقاومت توده سنگ و یا خاک شده و نهایتاً باعث رخداد زمین لغزش گردند.



این امر می تواند به صورت مصنوعی (همچون اضافه بار ترافیکی ایجاد شده) و یا طبیعی (همچون رخداد زلزله) میسر گردد.



زمین لغزش
سورته،
سوئد، ۱۹۵۰

۱۲/۱۴

علی میرزایی

فصل چهاردهم: گسیختگی شیروانی ها و زمین لغزش

زمین شناسی مهندسی

عوامل محرک زمین لغزش:

ارتعاشات:



زمین لغزش
یونگای،
۱۹۷۰ پرو

۱۳/۱۴

علی میرزایی

فصل چهاردهم: گسیختگی شیروانی ها و زمین لغزش

زمین شناسی مهندسی

عوامل محرک زمین لغزش:
ارتعاشات:



زمین لغزش یونگای، ۱۹۷۰ پرو

۱۴/۱۴

علی میرزایی

فصل چهاردهم: گسیختگی شیروانی ها و زمین لغزش

زمین شناسی مهندسی

با تشکر از توجه شما