



وزارت جهاد کشاورزی

سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل

مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی



وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل

## دستورالعمل فنی جهت مدیریت و کنترل زمین لغزش ها در منطقه هشتجین در جنوب استان اردبیل



نگارش

دکتر رضا طلایی

نشریه فنی، شماره ۱۲۱، سال ۱۳۹۵

بسم الله الرحمن الرحيم

نشریه فنی

دستورالعمل فنی جهت مدیریت و کنترل زمین لغزش ها در منطقه  
هشتجین در جنوب استان اردبیل

نگارش

دکتر رضا طلایی

عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

نشریه فنی، شماره ۱۲۱، سال ۱۳۹۵



وزارت جهاد کشاورزی

سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل

مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی



وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل

**عنوان نشریه:** دستورالعمل فنی جهت مدیریت و کنترل زمین لغزش‌ها در منطقه هشتجین در جنوب استان اردبیل

**تدوین:** دکتر رضا طلایی

**ویرایش علمی:** مهندس بایرامعلی بیرامی

**ویرایش فنی:** مهندس مقصود ضیاچهره

**ناشر:** سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل - مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی

**شمارگان:** ۵۰۰ جلد

**نوبت و سال انتشار:** اول / ۱۳۹۵

**شماره نشریه فنی:** ۱۲۱

**قیمت:** رایگان (مخصوص محققان، کارشناسان، مروجان و بهره‌برداران)

---

نشانی: اردبیل - مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل،

تلفن: ۳۲۷۵۱۵۷۹ (۰۴۵)

اردبیل - شهرک اداری بعثت، سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل،

مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی، تلفن: ۳۳۷۴۳۵۰۰ (۰۴۵)

## مخاطبان نشریه:

مدیران اجرایی، محققان، کارشناسان و مروجان آبخیزداری

## اهداف آموزشی:

این نشریه فنی در جهت دستیابی به اهداف زیر تدوین شده است:

- آشنایی با زمین لغزش‌ها و ویژگی‌های آنها در منطقه هشتجین
- ارائه روش‌هایی مدیریتی برای پهنه‌های مختلف خطر زمین لغزش در منطقه
- معرفی روش‌های ساده، عملی، نوین و کم هزینه جهت کنترل و تثبیت زمین-لغزش‌های فعال
- ارائه نکات فنی برای احیاء و مدیریت دامنه‌های مستعد برای تشکیل و توسعه زمین لغزش‌ها در آینده.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۲	زمین لغزش های هشتجین
۴	نکات فنی جهت مدیریت پهنه‌های خطر زمین لغزش در منطقه
۷	تعیین نوع زمین لغزش در دامنه
۱۱	تعیین درجه فعالیت زمین لغزش در منطقه
۱۲	روش‌های تثبیت و پایدارسازی زمین لغزش‌های منطقه
۱۴	تغییر مورفولوژی دامنه
۱۶	زهکشی
۱۶	احداث شبکه زهکش سطحی
۱۷	احداث شبکه زهکش زیر سطحی
۱۹	جلوگیری از نفوذ آب
۲۰	دیوارهای حایل
۲۲	احیاء و استقرار پوشش گیاهی
۲۷	منابع مورد استفاده

## مقدمه

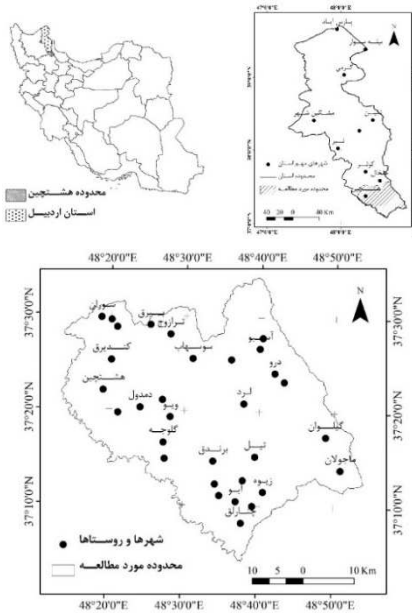
به حرکت قائم وافقی خاک، سنگ یا ترکیبی از آنها تحت تأثیر نیروی ثقل، زمین لغزش اطلاق می‌شود. اصطلاحات حرکات دامنه‌ای و ناپایداری شیب نیز همانند زمین لغزش هنگامی که در یک حالت کلی استفاده شوند مفهوم مشابهی دارند. آنچه اهمیت مطالعه این پدیده را ضروری می‌نماید، علاوه بر شناخت مکانیسم و ساز و کار آن‌ها، خطراتی است که زمین لغزش‌ها ایجاد می‌نمایند. هر ساله در نواحی کوهستانی البرز و زاگرس ناپایداری دامنه‌ها سبب خسارات مالی و بعضاً جانی قابل توجهی می‌شوند. بنابراین مکانیابی، کاهش خطر و ریسک زمین لغزش - ها از طریق کنترل و تثبیت آن‌ها جزو ضروریات مدیریت در حوضه‌های لغزش خیز است.

در منطقه هشتجین در حوضه قزل اوزن و در شمال غرب ایران، هر ساله وقوع زمین لغزش و یا فعالیت دوباره زمین لغزش‌های قدیمی علاوه بر وارد آوردن خسارت‌های مالی فراوان، مشکلات دیگری نظیر نگرانی اهالی و مسئولین از امکان بروز حوادث مشابه در نقاط دیگر را بوجود آورده است. هرچند میزان خسارت دقیق حاصل از زمین لغزش‌ها در این منطقه برآورد نگردیده است ولی شکی نیست که لغزش‌ها با تخریب و تهدید منازل مسکونی، خطوط انتقال نیرو، ارتباطات، جاده‌ها، از بین بردن زمین‌های زراعی، باغی و جنگلی و تخریب خاک و تولید رسوب سالیانه خسارت مستقیم و غیر مستقیم زیادی را بر تاسیسات زیربنائی و منابع اقتصادی منطقه وارد می‌سازند. همچنین وقوع مکرر زمین لغزش در دامنه‌های منطقه، در مراحل مختلف عملیات‌های عمرانی و برنامه ریزی‌های محیطی اخلال ایجاد می‌نماید.

وارد شدن خسارت‌های مستقیم و غیرمستقیم زمین لغزش‌ها در بسیاری از دامنه‌های منطقه، مسئولین و جامعه علمی را برآن داشته تا طرح‌های مختلفی را جهت کاهش خسارت این پدیده تهیه نمایند، ارائه هرگونه طرحی در راستای کنترل فعالیت و کاهش خسارت زمین لغزش‌ها، در وحله اول مستلزم ارزیابی خطر زمین لغزش در منطقه لغزش خیز است. با توجه به اینکه در حال حاضر طرح‌ها و برنامه‌های مختلف صنعتی، مسکونی و توسعه‌ای در منطقه در حال اجرا بوده و پیش بینی‌های لازم جهت اجرای طرح‌های دیگر در آینده نیز صورت گرفته است، لذا مدیریت خطر و ریسک زمین لغزش در آینده برای چنین منطقه‌ای ضروری است. در این دستور العمل ابتدا نحوه مدیریت در پهنه‌های مختلف خطر و ریسک زمین لغزش در منطقه هشتجین ارائه گردیده و سپس روش‌های کنترل و تثبیت دامنه‌های ناپایدار تشریح شده است.

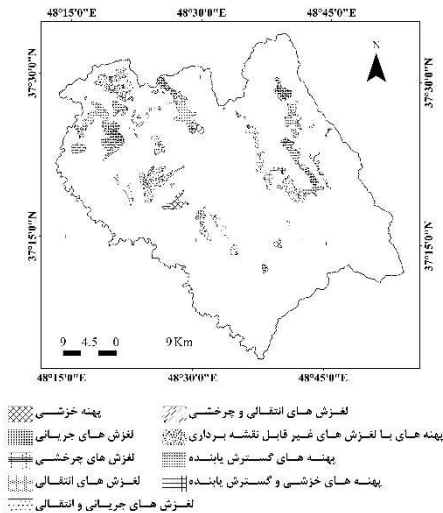
## زمین لغزش‌های هشتجین

منطقه هشتجین به مساحت  $1645 \text{ km}^2$  کیلومترمربع در بخش جنوبی استان اردبیل (شمال غربی ایران) قرار دارد (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت منطقه هشتجین

۹/۵۲ درصد از منطقه تحت تاثیر زمین لغزش‌های منفرد و پهنه لغزشی قرار گرفته است. مساحت ۱۷۵ مورد زمین لغزش منطقه حدود ۱۵۷ کیلومترمربع می‌باشد که  $20/89$  کیلومترمربع آن به لغزش‌های منفرد و  $135/86$  کیلومترمربع آن به پهنه لغزشی مربوط می‌شود. لغزش‌های منفرد در گروه‌های انتقالی، چرخشی و ترکیب این دو و همچنین پهنه‌های لغزشی در گروه‌های خزشی، غیرقابل نقشه برداری و گسترش یابنده قرار می‌گیرند. از لغزش‌های مورد مطالعه ۱۰۳ مورد یعنی  $58/9$  درصد در حال حاضر فعال بوده و  $60/6$  درصد از آن‌ها در ۵۰ سال گذشته بوقوع پیوسته‌اند و یا حداقل یک بار حرکت کرده‌اند (شکل ۲).



شکل ۲- موقعیت و نوع زمین لغزش‌ها در منطقه هشتجین

از بررسی ۱۷۵ مورد از زمین لغزش‌های منطقه مشخص گردید که در ۵۰ سال گذشته، در ۱۰۳ مورد از زمین لغزش‌های منطقه معادل ۵۸/۹٪ از آن‌ها به نحوی جابجایی صورت گرفته و در حقیقت فعالیت داشته‌اند. ۷۲ مورد از زمین لغزش‌ها معادل ۴۱/۱٪ غیرفعال و تثبیت شده هستند (جدول ۱). جابجایی و فعالیت ۵۸/۹ درصد از لغزش‌ها نشان دهنده پتانسیل لغزش‌خیزی منطقه و در نتیجه وارد شدن خسارت‌های احتمالی آن‌ها است. از ۱۰۶ زمین لغزش با سن معاصر در حال حاضر در ۱۰۳ مورد شواهد جابجایی دوباره مشاهده می‌شود و به عبارتی هرساله در حال فعالیت هستند. زمین لغزش‌های منطقه در شکل (۳) نشان داده شده‌اند.

جدول (۱) فراوانی و (درصد) فراوانی لغزش‌های فعال و غیرفعال منطقه در مقابل سن آن‌ها

کل	وضعیت پایداری		سن
	غیر فعال و تثبیت شده	فعال	
۲۰ (۱۱/۴)	۴ (۲/۳)	۱۶ (۹/۱)	جدید
۱۴۸ (۸۴/۶)	۶۴ (۳۶/۶)	۸۴ (۴۸/۰)	قدیم
۷ (۴/۰)	۴ (۲/۳)	۳ (۱/۷)	فسیل
۱۷۵ (۱۰۰/۰)	۷۲ (۴۱/۱)	۱۰۳ (۵۸/۹)	کل

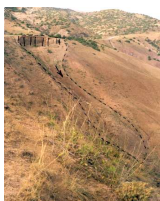




(ب)



(الف)



(د)



(ج)



(و)

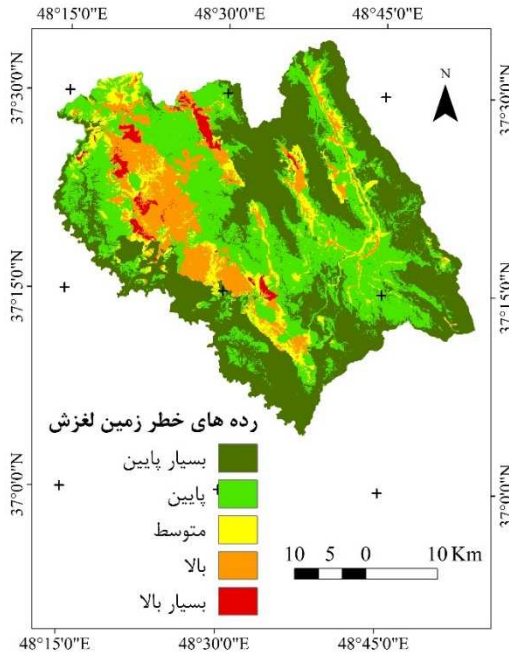


(ه)

شکل ۳- برخی از زمین لغزش ها در منطقه الف) زمین لغزش چرخشی در نزدیکی سه راهی بیرق در کنار جاده خلخال - هشتجین، ب) زمین لغزش چرخشی در توده های مارنی در دامنه روبروی روستای دمدول، ج) زمین لغزش انتقالی در شمال شهر هشتجین، د) جریان خاکی و واریزه‌ای در مسیر جاده خلخال - هشتجین، ه) پهنه‌های لغزشی در حوضه کندیرق و و) زمین لغزش چرخشی در مسیر جاده روستای دمدول به نساز

### نکات فنی جهت مدیریت پهنه‌های خطر زمین لغزش در منطقه

خطر زمین لغزش در منطقه هشتجین به پنج گروه طبقه بندی شده است (شکل ۴). مناطق با خطر بالا و بسیار بالا، متوسط، پائین و بسیار پائین به ترتیب ۱۳/۳، ۸/۶ و ۷۸/۱ درصد از مساحت منطقه را به خود اختصاص داده‌اند.



شکل (۴) پهنه های با خطر زمین لغزش در منطقه هشتجین

براساس نقشه خطر زمین لغزش ارائه شده باید مدیریت این اراضی جهت کاهش ریسک های احتمالی در منابع را بشرح زیر اجرا کرد:

#### در محدوده های با خطر بسیار بالا و بالا به رنگ قرمز و نارنجی: در این پهنه

از ساخت و ساز هر گونه سازه جهت اسکان انسان و دام باید خودداری شود. در مواردی که سازه های قبلاً ساخته شده است از گسترش و یا ساخت دوباره آن اجتناب گردد. در صورت اجبار برای انجام فعالیت ساخت و ساز در این مناطق، باید تمهیدات لازم جهت کاهش ریسک در دامنه انجام گرفته باشد. بطور کلی حفاری سیستماتیک در مناطقی از این پهنه که اهالی در آن ساکن هستند به هیچ وجه توصیه نمی شود و در صورت ضروری بودن حفاری باید اقدامات لازم جهت تامین ایمنی انجام گرفته باشد. در مناطقی از این پهنه که جاده احداث می شود، خطوط انتقال نیرو و یا خطوط ارتباطات عبور می کنند باید عملیات پایدارسازی صورت گرفته باشد. در

دامنه‌هایی که در پهنه ریسک قرمز قرار گرفته‌اند باید انتخاب گونه‌های گیاهی جهت انجام عملیات کشاورزی و باغی با احتیاط صورت گیرد. محصولات زراعی و نهال‌های انتخابی باید مقاومت بالایی نسبت به تنش خشکی داشته باشند چرا که میزان و دفعات آبیاری باید کمتر باشد. اقداماتی همچون جنگل زدایی، تخریب مراتع و تغییر کاربری بی‌رویه اراضی این پهنه، که در ۵۰ سال گذشته بطور گسترده انجام شده است، بطور کلی قدغن و یا باید به حداقل کاهش یابد.

### **در محدوده‌های با خطر متوسط به رنگ زرد: ساخت و ساز در این پهنه فقط با**

برقرار شدن برخی شرایط ویژه امکان پذیر است. این شرایط ممکن است شامل: انجام مطالعات دقیق‌تر منطقه مانند ارزیابی ویژگی‌های ژئوتکنیکی و زمین شناسی دامنه به منظور ارائه توصیه‌های فنی لازم جهت معرفی روش ساخت و نوع سازه‌های مناسب با شرایط موجود، پیشنهاد تکنیک‌های ویژه و نوین جهت ساخت ساختمان مانند پی‌های شناور، تعیین و پیشنهاد روش‌های کنترل و تثبیت دامنه مانند زهکشی دامنه‌ها، و یا ارائه برنامه‌های خاص مانند حفظ حداقل فاصله از زمین لغزش‌های فعال باشد. در این پهنه نباید سازه‌های حساسی همچون بیمارستان، فرودگاه، مراکز آموزشی بزرگ و ... احداث گردد. همچنین احداث کارخانه، مراکز تجاری و اقتصادی بزرگ در این پهنه مصلحت نیست. احیاء و بازسازی پوشش مرتعی و جنگلی منطقه می‌تواند محدوده را از پهنه زرد خارج و در پهنه آبی قرار دهد. مسئولین محلی باید با تدوین قوانین خاص بر کاربری و نحوه تغییر آن در این پهنه مدیریت دقیق داشته باشند.

### **مناطق با خطر پائین و بسیار پایین به رنگ سبز کم رنگ و پر رنگ: در پهنه-**

های با رنگ آبی روشن امکان ساخت هرگونه سازه وجود دارد. در برخی از مناطق این پهنه در زمان ساخت و ساز، احداث راه، خطوط انتقال نیرو و توسعه شبکه‌های ارتباطات به علت وجود سازندهای دارای کانی‌های رسی ممکن است خطر زمین‌لغزش افزایش یابد که بهتر است آگاهی‌های لازم به سازنده‌گان داده شود و عملیات کنترلی لازم اجرا گردد. خصوصاً در مواقعی که برای اجرای ساختمان نیاز به خاک‌برداری و حفاری است باید توجه ویژه صورت گیرد، چرا که ممکن است باعث ناپایداری دامنه شود. در پهنه‌های با رنگ آبی پر رنگ، علیرغم اینکه بیانگر احتمال بسیار پائین وقوع ریزش‌های سنگی است، ساختمان‌های معمولی با توجه ویژه به مناطق از نظر شدت و زمان فعالیت ریزش‌های سنگی، بدون هیچگونه محدودیتی می‌تواند

ساخته شود. در هر دو مورد، جهت ساخت سازه‌های حساس اگر لازم باشد در بخشی از دامنه و یا کل آن عملیات حفاظتی به اجرا درآید. همچنین در پهنه‌های آبی رنگ توجه به احیاء پوشش گیاهی تخریب شده مرتعی و جنگلی ضرورت دارد.

### **نکات فنی برای کنترل و تثبیت زمین لغزش‌ها در منطقه هشتمین**

برای جلوگیری از این گونه حوادث استفاده از یک و یا چند روش مناسب برای پایدار سازی توده‌های لغزنده لازم و ضروری است. روش‌های ثابت سازی بسیار زیاد است که از ناحیه‌ای به ناحیه‌ای دیگر متفاوت است. قبل از انتخاب روش پایدار سازی و کنترل در منطقه ابتدا موقعیت زمین لغزش با استفاده از GPS تعیین شده و رده خطر و یا ریسک دامنه براساس نقشه خطر مشخص می‌گردد. سپس نوع زمین لغزش با استفاده از نقشه شکل (۲) تعیین می‌گردد. جهت تشخیص دقیق‌تر می‌توان از راهنمایی زیر نیز استفاده کرد:

### **تعیین نوع زمین لغزش در دامنه**

- ۱- در تقسیم‌بندی لغزش‌ها براساس مصالح درگیر از سه واژه به شرح زیر استفاده شود:
  - سنگ: به مصالح سنگی سفت و سختی که قبل از حرکت بطور طبیعی در محل خود قرار داشته است، گفته می‌شود. معمولاً مصالح سنگی درگیر در لغزش‌ها نسبتاً سالم بوده و کمتر هوازده می‌باشند.
  - خاک: شامل تمام تجمعات سست، سخت نشده و یا با سیمان ضعیف، از ذرات جامد متشکل از دانه‌های (سنگ یا کانی) نابرجا و برجا، همراه با حباب‌های هوا یا سیالات بین ذره‌ای می‌باشند. زمین لغزش‌هایی که در توده‌های مارنی منطقه اتفاق افتاده‌اند به عنوان زمین لغزش-های خاکی در نظر گرفته می‌شوند.
  - واریزه: در حقیقت نوعی خاک محسوب می‌شود که قسمت اعظم سازندهای آن خرده سنگ با ذرات دانه درشت بوده و بطور معمول ذرات آن در حد گراول و بزرگترند.
- ۲- براساس نوع حرکت می‌توان زمین لغزش‌های منطقه را به گروه‌های منفرد و پهنه‌های لغزشی طبقه بندی کرد.

**پهنه‌های لغزشی:** مناطق دارای زمین لغزش‌های کوچک اما پراکنده که بخش بزرگی از دامنه را تحت تأثیر قرار می‌دهند، زمین لغزش‌هایی که نمی‌توان آن‌ها را به نقشه درآورد،

زمین لغزش‌های بالقوه و جریان‌های کند به عنوان پهنه‌های لغزش در نظر گرفته شده‌اند. تفاوت این حرکت‌ها با حرکت‌های منفرد، مشکل تفکیک محدوده دقیق و مشخص برای آن‌ها می‌باشد. در این گروه خزش به حرکت‌های بطئی تابع زمان اطلاق می‌شود، نرخ خزش در طول سال متفاوت است و اغلب به حرکت‌های لایه‌های سطحی محدود می‌شوند. بعضی از دامنه‌ها به طور کلی درگیر لغزش بوده و حرکات دامنه‌ای در تمام آن‌ها گسترش یافته است و می‌توان آن‌ها را نقشه برداری یا ترسیم نمود، در مقابل در بعضی از دامنه‌ها با وجود لغزش‌های گسترش یافته در کل دامنه نمی‌توان آن‌ها را ترسیم و یا نقشه‌برداری کرد و مرز مشخص بین لغزش‌ها وجود ندارد (شکل ۵).



شکل ۵- پهنه لغزشی کندیرق با زمین لغزش‌های گسترش یابنده

هرچند فراوانی پهنه‌های لغزشی نسبت به زمین لغزش‌های منفرد کم است اما مساحت اصلی زمین لغزش‌های منطقه متعلق به آنها است (جدول ۲).

جدول ۲- فراوانی و مساحت زمین لغزش‌ها براساس نوع آنها

مساحت به کیلومتر مربع	درصد تجمعی	درصد	فراوانی	نوع زمین لغزش	
				جریان‌ها	لغزش‌های منفرد
۲/۲۳	۱۰/۹	۱۰/۹	۱۹	جریان‌ها	زمین - لغزش‌های منفرد
۳/۶۴	۲۱/۸	۱۰/۹	۱۹	چرخشی	لغزش‌ها
۹/۲۷	۶۴/۱	۴۲/۳	۷۴	انتقالی	
۵/۷۵	۷۸/۴	۱۴/۳	۲۵	چرخشی - انتقالی	
۴/۰۴	۸۲/۴	۴/۰	۷	خزش‌ها	زمین - لغزش‌های
۵۴/۷۹	۸۹/۳	۶/۹	۱۲	غیر قابل نقشه برداری	
۷۱/۱۲	۹۸/۴	۹/۱	۱۶	گسترش یابنده	های پهنه‌ای
۵/۸۸	۱۰۰	۱/۶	۳	گسترش یابنده - جریان‌ها با سرعت بسیار پائین	
۱۵۶/۷۵	-	۱۰۰/۰	۱۷۵	جمع	

**زمین لغزش منفرد:** توده‌ای از خاک و سنگ است که معمولاً تمامی قسمت‌های آن در یک زمان یا محدوده زمانی معین به سمت پایین حرکت کرده و محدوده آن مشخص است. ریزش‌ها به سقوط توده‌های خاک یا سنگ اطلاق می‌شود و پارامتری به نام سطح لغزش در آن وجود ندارد. در منطقه چند مورد ریزش وجود دارد که در برخی از آن‌ها ذرات و قطعات ریزشی فقط در هوا سقوط می‌کنند (شکل ۶ الف و ب)، و در چند مورد دیگر (روستای کزج و الکش) قطعات بعد از سقوط و یا از همان اول بر روی دامنه حرکت کرده و خسارت‌هایی را بوجود می‌آورند (شکل ۶ ج و د). در لغزش‌ها حرکت شامل تغییر شکل برشی و جابجایی در امتداد یک یا چند سطح می‌باشد. سطح برشی ممکن است قابل مشاهده باشد یا از روی فرم کلی حرکت استنتاج گردد حرکت ممکن است تدریجی باشد، یعنی گسیختگی برشی در ابتدا در کل سطح گسیختگی روی ندهد، بلکه با یک گسیختگی موضعی و کوچک شروع شده و انتشار پیدا می‌کند. لغزش‌ها خود می‌توانند به صورت لغزش‌های چرخشی، انتقالی و یا ترکیبی باشند، که تمایز بین آن‌ها در تحلیل پایداری و طراحی روش کنترل، حائز اهمیت است. مشخصه بارز لغزش‌های چرخشی، سطح گسیختگی نسبتاً قوسی شکل آن‌ها است و لغزش‌های انتقالی در طول سطوح لایه‌بندی، گسله‌ها، ترک‌ها یا شکاف‌هایی که تقریباً موازی سطح زمین هستند رخ می‌دهد. در لغزش انتقالی توده در طول یک سطح کم و بیش صفحه‌ای یا جزئی موج‌دار به سمت پایین و خارج از دامنه حرکت می‌کند (شکل ۷).



(ب)



(الف)



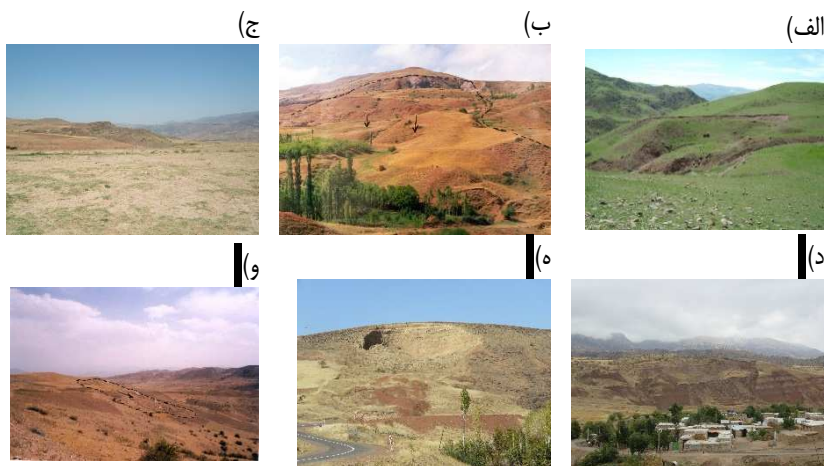
(د)



(ج)

شکل ۶ (الف) ریزش‌های سنگی در ۲/۵ کیلومتری روستای نیمه هیل در جنوب منطقه و در حاشیه رودخانه قزل اوزن، (ب) در مسیر جاده خلخال به هشتجین، (ج) سیمایی کلی از واحد سنگی خرد شده و تکتونیزه در دامنه شرقی روستای کزج و (د) ریزش سنگی و تخریب دیوار منازل مسکونی در این روستا

زمین لغزش‌های جریانی، حرکات دامنه‌ای هستند که در آن‌ها مصالح دامنه به صورت سیال غلیظ، جسم مومسان و یا سیال واقعی رفتار می‌کنند. جریان‌ها با هر سرعتی از آهسته تا سریع و در هر شرایط رطوبتی، چه خشک و چه اشباع روی می‌دهند. جریان ممکن است در واریزه‌ها و یا خاک صورت گیرد (شکل ۸).



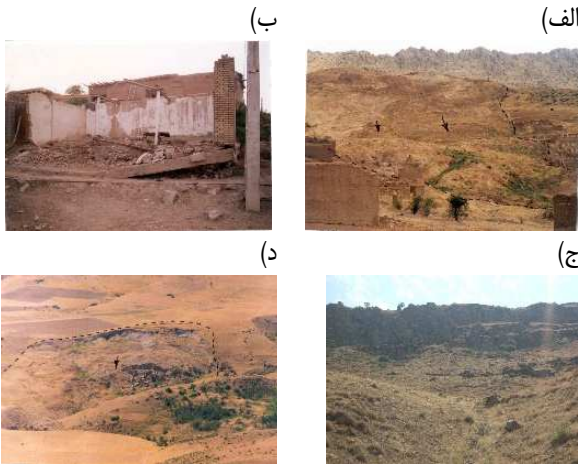
شکل (۷) الف) زمین لغزش انتقالی در جنوب شرق روستای سوران که ر اردیبهشت ۱۳۷۲ بوقوع پیوسته است، ب) زمین لغزش انتقالی در بخش جنوب غربی روستای ترازوج و در دامنه دره ترازوج، ج) زمین لغزش انتقالی در شمال شهر هشتجین، د) زمین لغزش انتقالی - چرخشی در دامنه شرقی دمدول، ه) زمین لغزش چرخشی کنار جاده در مسیر خلخال - هشتجین و و) زمین لغزش چرخشی به طول ۲۵۰ متر در شمال روستای مانامون



شکل (۸) جریان خاک و واریزه در کنار روستای ویو

## تعیین درجه فعالیت زمین لغزش در منطقه

وضعیت پایداری یا درجه پایداری براساس مشاهدات آثار فعالیت‌هایی مانند ترک‌های جدید مشخص می‌شود. بر همین اساس در لغزش‌های فعال آثار این فعالیت‌ها دیده می‌شود ولی لغزش‌های غیرفعال فاقد چنین آثاری می‌باشند. لغزش‌های تثبیت شده نیز لغزش‌های غیرفعال هستند که با توجه به شواهد محلی احتمال فعالیت مجدد آنها بسیار کم است. در برخی از زمین-لغزش‌های منطقه تاریخ و ویژگی‌های توده جابجا شده در مراکز علمی و اجرایی ثبت شده باشد، مانند زمین‌لغزش‌های روستای جعفرآباد، گهراز، کرج و جنوب روستای سوران (شکل ۹).



شکل (۹) الف) روستای جعفر آباد که زمین لغزش قدیمی در بالادست روستا در اثر زلزله منجیل – رودبار در سال ۱۳۶۹ حرکت نموده و روستا را ویران کرده است، ب) وقوع زمین لغزش انتقالی در روستای گهراز در سال ۱۳۶۹ و تخریب سازه های مسکونی در این روستا، ج) ریزش و غلتیدن قطعات سنگی از دامنه شرقی روستی کرج سالانه باعث بروز خسارت های به منازل مسکونی می شود و د) زمین لغزش روستای سوران که در اردیبهشت ۱۳۷۲ و ۱۳۷۵، با حجم تقریبی ۱۵۰۰۰۰ مترمکعب بوقوع پیوسته است،



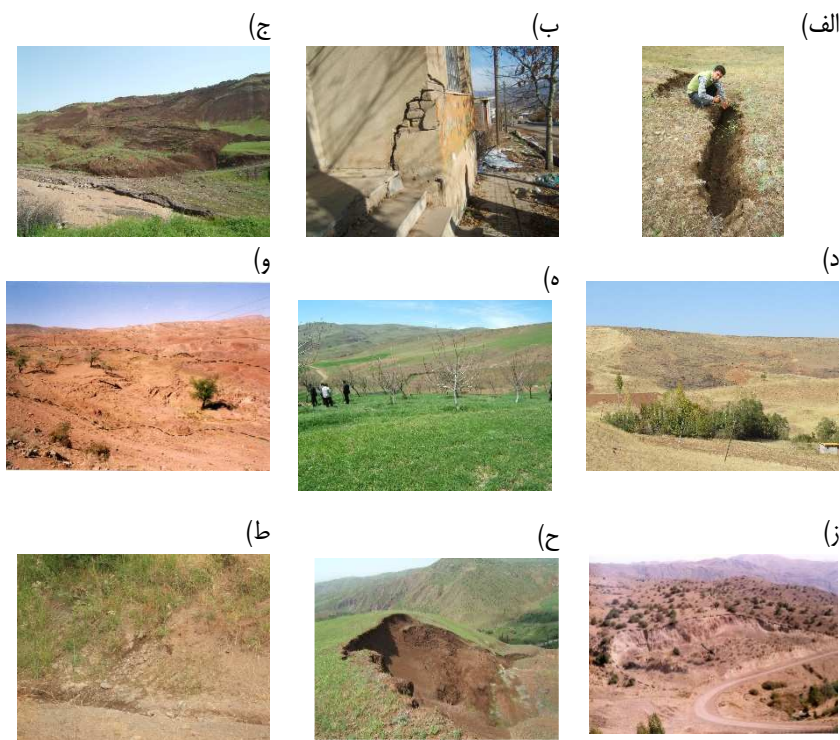
اگر سابقه حرکتی زمین لغزشی در منطقه مشخص نباشد باید شواهد ناپایداری در دامنه مورد بررسی قرار گیرد. برخی از این شواهد که در شناسایی زمین لغزش‌های فعال و یا دامنه‌هایی که در حال گسیختگی هستند و باید مورد توجه قرار گیرند عبارتند از:

- درها و پنجره‌ها برای اولین بار، گیر می‌کنند.
- ترک‌های جدیدی بر روی پوشش داخلی دیوارها، بام، دیوارهای خارجی یا پی‌ها ظاهر می‌شود (شکل ۱۰ الف). خصوصاً ترک‌های کششی در بالای دامنه و جوانب آن تشکیل شده و شروع به توسعه می‌نمایند.
- دیوارهای خارجی و پیاده رو کنار آن‌ها شروع به دور شدن از ساختمان می‌کنند.
- ترک‌ها و شکاف‌هایی که به آرامی توسعه پیدا می‌کنند، بر روی زمین یا روی مناطق سنگفرش شده ظاهر می‌شوند (شکل ۱۰ الف). ترک‌ها و شکاف‌ها بر روی سازه‌ها هم تشکیل می‌شوند (شکل ب).
- لوله‌های زیرزمینی انتقال آب، فاضلاب، انرژی و .. می‌شکنند.
- بالا آمدگی و تورم زمین، در پای دامنه‌ها ظاهر می‌شود (۱۰ ج).
- حصارها، دیوارهای حایل، دکل‌ها و درخت‌ها کج یا جابجا می‌شوند (۱۰ د و ه).
- غرشی‌های ضعیف خصوصاً در شب‌ها که سکوت برقرار است، شنیده می‌شود که با نزدیک شدن زمین لغزش افزایش می‌یابد.
- شروع جابجایی و حرکت زمین به یک سمت مشاهده می‌شود (شکل ۱۰ و).
- در زمین لغزش‌های فعال سطوح پرتگاهی واضح، پهلوه‌های نسبتاً تازه، پوشش گیاهی به هم ریخته، مرزهای کاملاً مشخص و پهنه‌های خزشی فعال مشاهده می‌شوند (شکل ۱۰ ز و ح).
- جابجایی محل خروج آب در چشمه‌ها و یا خشک و یا افزایش ناگهانی دبی آن‌ها (شکل ۱۰ ط).

### روش‌های تثبیت زمین لغزش‌های منطقه

برای جلوگیری از این گونه حوادث استفاده از یک و یا چند روش مناسب برای پایدارسازی توده‌های لغزنده لازم و ضروری است. روش‌های ثابت سازی بسیار زیاد است که از ناحیه‌ای به ناحیه‌ای دیگر متفاوت است. به طور کلی روش‌هایی که باید در منطقه هشتجین

جهت کنترل ناپایداری‌های بالفعل و بالقوه انجام گیرد می‌توان به سه بخش تقسیم کرد. از این روش‌ها هم جهت پیشگیری و هم ترمیم دامنه‌ای که ناپایدار شده است استفاده کرد:



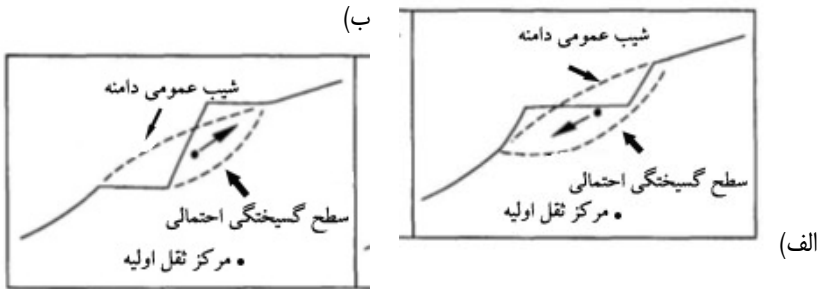
شکل (۱۰) الف) ترک‌های ایجاد شده در زمین‌لغزش‌های چرخشی شمال هشتجین، ب) ترک‌های ایجاد شده در ساختمان مخابرات شهر هشتجین، ج) تورم توده لغزشی در پای دامنه در روستای دمدول، د) کج شدگی درختان در مسیر خلخال و هشتجین، ه) گج شدگی درختان در روستای محمود آباد، و) علائم حرکت توده لغزشی بر روی دامنه، ز) زمین‌لغزش از نوع انتقالی با سن عهد حاضر در یک کیلومتری جنوب روستای غیاث آباد با تاج لغزشی تازه و در حال فرسایش بدون پوشش گیاهی، این زمین‌لغزش با احداث جاده بوجود آمده است، ح) تاج لغزش کاملاً تازه و ط) جابجایی محل چشمه و تغییر محل آن در زمین‌لغزش مسیر برندق به جعفرآباد جدید

-تغییر مورفولوژی دامنه

-زهکشی دامنه‌ها و دور کردن آب‌های سطحی و کاهش ذخیره آب‌های زیرزمینی  
-استفاده از سازه‌های مهندسی برحسب وضعیت دامنه‌های منطقه

### تغییر مورفولوژی دامنه

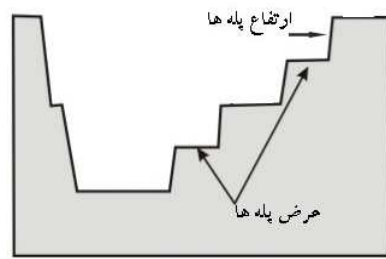
جهت تغییر شکل دامنه در منطقه بهتر است از روش‌های زیر استفاده شود:  
باربرداری و بارگذاری در دامنه‌ها: با برداشتن بار از قسمت بالای دامنه و بارگذاری در پای دامنه که دارای لغزش‌های چرخشی هستند می‌توان هم از وقوع زمین‌لغزش جدید جلوگیری کرد و هم مانع توسعه زمین‌لغزش‌ها شد (شکل ۱۱ الف). توجه شود که حالت عکس روش فوق اجرا نگردد (شکل ۱۱ ب).



شکل ۱۱- الف) باربرداری از بالای دامنه و بارگذاری در پای آن باعث تغییر مرکز ثقل دامنه به سمت پایین شده و احتمال ناپایداری را کاهش می‌دهد، ب) اگر برعکس آن انجام گیرد و محل ثقل توده به بخش بالای دامنه منتقل شود احتمال وقوع گسیختگی افزایش می‌یابد.

کاهش شیب یا ایجاد پله‌های دامنه‌ای: برای پایدار ازی بعضی از دامنه‌ها از روش ایجاد پله یا تراس‌بندی دامنه‌ها استفاده می‌شود (شکل ۱۲). پله‌های ایجاد شده باعث پراکندگی و توزیع مجدد بار وارد آمده و تثبیت لغزش‌های چرخشی درخاک‌ها و سنگ‌های ضعیف در منطقه می‌شوند. با وقوع گسیختگی و تشکیل لغزش‌های کوچک بر روی سطح شیب‌دار این پلکان‌ها بدون خطر بر روی سکوها فرو می‌ریزند. برای کاهش خطرات احتمالی ریزش‌های سنگی در

برخی از روستاهای منطقه از جمله دامنه‌های روستای دمدول استفاده از این روش می‌تواند کارساز باشد.



شکل ۱۲- طرح شماتیک از پله‌های احداث شده در دامنه چپ و مقایسه آن با دامنه سمت راست

هر چند می‌توان عرض پله‌ها را حدود ۵ متر و ارتفاع آنها را ۱۰ متر در نظر گرفت، اما جهت اجرای دقیق‌تر آن با توجه به شرایط و ویژگی‌های دامنه می‌توان عرض پله‌ها را محاسبه کرد. معمولاً عمق پله‌ها براساس عمق خاک و یا سنگ قابل حفاری و سطح گسیختگی موجود و یا احتمالی تعیین می‌شود.

مثال: اگر فاصله افقی بین نقطه بالایی و پایینی یک دامنه با شیب عمومی ۳۰ درجه برابر ۹۰ متر باشد و سطح گسیختگی ۴/۵ متر تعیین شده باشد، عرض و تعداد پله‌ها بصورت زیر محاسبه خواهند شد:

$$W = \frac{H \times 100}{\alpha} \quad (1)$$

$W$ : عرض پله‌ها به متر؛  $H$ : عمق پله‌ها به متر و  $\alpha$ : زاویه عمومی شیب دامنه به درجه

$$W = \frac{4.5 \times 100}{30} = 15 \text{ m} \quad (2)$$

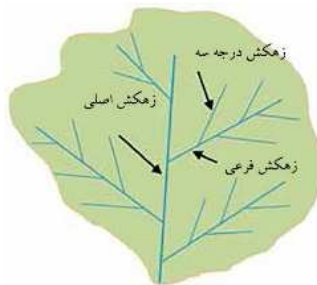
اگر عمق پله‌ها ۴/۵ متر در نظر گرفته شود، عرض پله‌ها برابر ۱۵ متر خواهد بود، براین اساس در فاصله ۹۰ متری دامنه باید ۶ پله احداث شود.

## زهکشی

لایه‌های رس‌دار در اکثر زمین‌لغزش‌های منطقه به علت نفوذ آب در آن‌ها دچار گسیختگی می‌شوند لذا زهکشی در پایدارسازی این گروه از زمین‌لغزش‌ها، که اکثراً چرخشی بوده و دارای مصالح خاکی و یا ترکیب خاک و سنگ هستند، می‌تواند به عنوان یک اقدام کلیدی به اجرا درآید. در بسیاری از زمین‌لغزش‌های منطقه آب به عنوان یک عامل روان کننده عمل می‌کند، زهکشی آب از دامنه‌ها باعث افت سطح ایستابی و کاهش فشار آب حفره‌ایی در توده‌های لغزنده شده و به پایداری آن کمک خواهد کرد. امکان دارد زهکشی سطحی و یا زیرزمین و همچنین افقی یا عمودی باشد.

### احداث شبکه‌های زهکشی سطحی

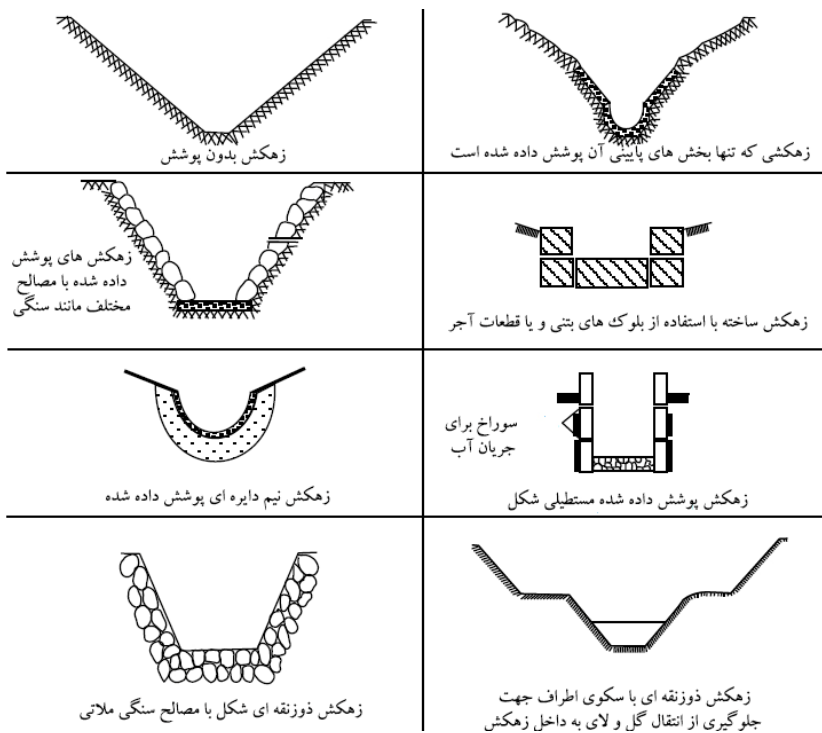
برای جلوگیری از نفوذ آب بارندگی‌ها یا آبی که از چشمه‌ها خارج می‌شود به داخل دامنه باید زهکش‌های سطحی احداث گردد. ساده‌ترین روش زهکشی دامنه ساختن شبکه‌ای از کانال‌های انتقال آب رو باز می‌باشد. به عنوان مثال می‌توان به شبکه زهکشی نشان داده شده در شکل (۱۳) توجه کرد. چنانکه مشاهده می‌شود باید جهت کانال‌های زهکشی بسمت پایین دامنه باشد تا امکان هدایت آب از سطح دامنه به خارج از آن فراهم گردد.



شکل ۱۳- آرایش زهکش‌ها بر روی سطح دامنه

کانال‌های زهکش سطحی می‌تواند بصورت‌های مختلف در دامنه‌های منطقه ساخته شود (شکل ۱۴). شکل و اندازه زهکش‌ها باید براساس میزان رواناب احتمالی، شرایط دامنه از جمله سطح و نوع خاک و سنگ دامنه که رواناب را تولید می‌کند و منابع مالی موجود تعیین می‌شود. در

واقعیت شکل و مصالح بکار برده شده در زهکش‌های احداث شده باید طوری باشد که آب از دامنه خارج گردد. لازم به ذکر است که در بسیاری از پلکان‌های احداث شده نیز نیاز به ساختن زهکش می‌باشد تا از نفوذ آب به داخل دامنه جلوگیری شود.

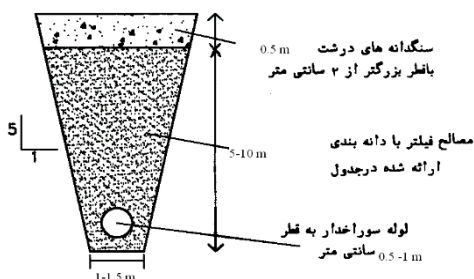


شکل ۱۴- نوع و شکل زهکش‌های ساده برای ساختن کانال‌های زهکشی در منطقه

### احداث شبکه‌های زهکش زیرسطحی

کنترل ناپایداری در برخی از دامنه‌های منطقه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، مانند زمین‌لغزش‌های کنار جاده‌های اصلی منطقه و یا زمین‌لغزش‌های بالفعل و بالقوه‌ای که شریان‌هایی حیاتی منطقه مانند مسیر انتقال گاز و غیره را تهدید می‌نمایند. در بعضی از این گروه دامنه‌ها بالا آمدن سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی سبب گسیخته شدن دامنه می‌شود که با انجام

زهکشی‌های زیرسطحی می‌توان از بالا آمدن آب زیرزمینی جلوگیری نمود. طراحی و اجرای زهکش‌های زیرسطحی در بیشتر موارد پر هزینه می‌باشند، اما در مواردی که ریسک زمین‌لغزش در منطقه بالا می‌باشد باید به اجرا گذاشته شود. چند نمونه زهکش زیرسطحی که می‌تواند در منطقه به اجرا در آید در شکل (۱۵) نشان داده شده است.



شکل ۱۵- طرح تیپ کانال زهکش زیر سطحی جهت زهکشی آب زیرزمینی دامنه‌های ناپایدار در منطقه

جهت زهکشی آب‌های زیرزمینی دامنه‌ها در منطقه باید حداکثر تا نیم متر زیر لایه آبدار و یا تا سطح لایه سنگی و یا نفوذ ناپذیر حفاری گردد. جهت زهکشی آب زیرزمینی منطقه طراحی فیلتر لوله‌ای سوراخدار می‌تواند به قطر ۵۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر در نظر گرفته شود. مشخصات طراحی فیلتر اطراف لوله و مسیر کانال به شرح جدول (۳) می‌باشد. نیم متر فوقانی کانال زهکش از سنگدانه‌های درشت به قطر بزرگتر از ۲ سانتیمتر خاگریزی می‌گردد. محدوده انباری بدون لوله سوراخدار و با فیلتر ستون دوم جدول (۳) اجرا می‌گردد (شکل ۱۵). بهترین دانه‌بندی فیلتر سنگریزه‌ای در اطراف لوله زهکش نیز در ستون اول جدول نشان داده شده است.

### جدول ۳- مشخصات طراحی فیلتر

سایز الک	دانه‌بندی فیلتر اطراف لوله زهکش (درصد گذرنده)	دانه‌بندی فیلتر در محدوده انباری
۲۵ میلیمتر	-	۱۰۰
۲۰ میلیمتر	-	۹۰-۱۰۰
۱۰ میلیمتر	۱۰۰	۴۰-۱۰۰
۴/۷۵ میلیمتر	۹۰-۱۰۰	۲۵-۴۰
۲/۳۶ میلیمتر	۸۰-۱۰۰	۱۸-۳۳
۱/۱۸ میلیمتر	۵۰-۹۵	-
۶۰۰ میکرون	۳۰-۷۵	۵-۱۵
۳۰۰ میکرون	۱۰-۳۰	۰-۷
۱۵۰ میکرون	۱-۱۰	-
۷۵ میکرون	۰-۳	-

فواصل زهکش‌ها در دامنه‌ها براساس میزان آب موجود تعیین می‌گردد، معمولاً در خاک منطقه که اکثراً رسی هستند فاصله زهکش‌ها باید بین ۵ تا ۱۰ متر در نظر گرفته شود. شیب زهکش‌ها برحسب شیب دامنه تغییر خواهد کرد اما بهتر است بین ۲ تا ۶ درصد در نظر گرفته شود. ظرفیت زهکش جهت انتقال آب باید طوری انتخاب شوند که ۴۰ و یا حداقل ۵۰ درصد از آن‌ها خالی بماند. در فواصل ۵۰ متری زهکش‌ها احداث هواکش ضروری است.

### جلوگیری از نفوذ آب

به منظور جلوگیری از نفوذ آب به درون توده‌های لغزه‌خیز می‌توان با پخش توده‌های آغشته به قیر (مالچ پاشی)، از ورود آب به داخل توده جلوگیری کرد. چون امروزه استفاده از مواد نفتی توسط متخصصان محیط زیست مورد سؤال قرار گرفته است لذا استفاده از بتون پاشی بر روی سنگ‌ها روش دیگری برای جلوگیری از نفوذ آب است. در استفاده از این روش ضروری است به نوع ساختار سنگ توجه شود در زمین‌لغزش‌های از منطقه که مارن‌ها وجود دارند استفاده از بتن مناسب نیست. در دامنه‌هایی که نیاز به پایدارسازی دارند و ترکیب مصالح سازنده آن‌ها مارنی است بهتر است از ژئوتکستایل و یا خاک خود دامنه استفاده شود. ساده‌ترین و ارزاترین روش برای جلوگیری از نفوذ آب در بیشتر دامنه‌های ناپایدار در منطقه مانند زمین‌لغزش‌های ورودی هشتجین و یا دامنه‌های محدوده روستای دمدول یکنواخت کردن

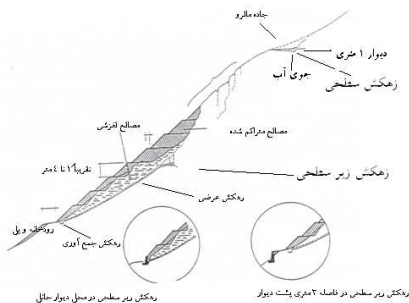


سطح دامنه است. به این منظور می‌توان با خاکبرداری از قسمت‌های برجسته‌تر توده لغزشی (که ظاهراً بیشتر آن‌ها در نتیجه احداث جاده و بطور مصنوعی ایجاد شده است) و پر کردن گودی-های دامنه با خاک متراکم شده اقدام با صاف کردن دامنه نمود. طرح اولیه برای کنترل زمین-لغزش در دامنه روبروی روستای دمدول (دامنه رو به غرب) با استفاده از روش صاف کردن سطح دامنه و انجام زهکشی سطحی و زیر زمینی می‌تواند در پایدارسازی این دامنه ناپایدار مورد استفاده قرار گیرد (شکل ۱۶).

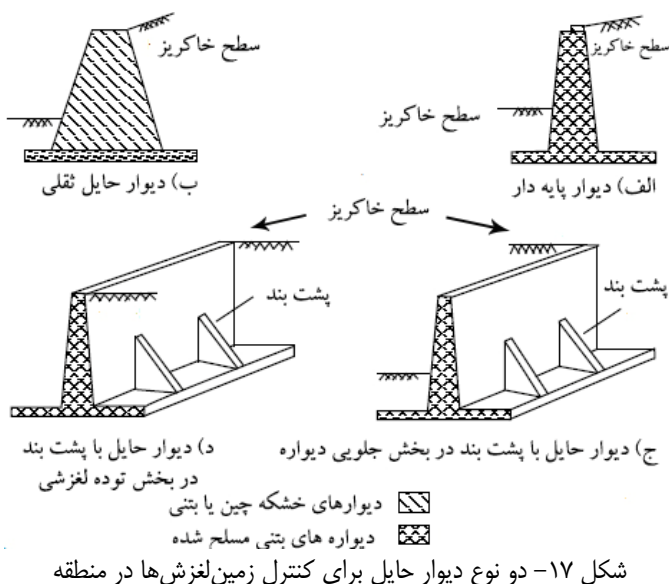
این طرح می‌تواند در بیشتر زمین‌لغزش‌های منطقه بکار برده شود. مدیریت صحیح در زراعت و آبیاری مزارع و باغات در منطقه و اجتناب از آبیاری‌های طولانی مدت از نرم شدن بیشتر خاک جلوگیری می‌کند.

## دیوارهای حایل

استفاده از دیواره‌های حایل از جمله روش‌های مورد استفاده در تثبیت زمین‌لغزش‌ها است. ارتفاع، طول، عرض و شیب‌های دیوارهای حائل و نوع آن‌ها به ویژه پیش بینی زهکشی آب از میان دیوار با توجه به ساختار زمین شناسی محل و شکل هندسی زمین لغزش طراحی می-شود. این روش در پایدارسازی دامنه‌های ناپایدار یا دارای پتانسیل ناپایدار به خصوص در حاشیه جاده‌ها و محل احداث سازه‌ها نقش بسیار مهمی دارد. از این عملیات می‌توان در کنترل زمین-لغزش‌های کنار جاده خلخال به هشتجین و هشتجین به روستاهای اطراف استفاده کرد. بهترین و اجرایی‌ترین دیوارهای حایل برای کنترل دامنه‌های لغزشی در منطقه در شکل (۱۷) نشان داده شده‌اند.



شکل ۱۶- طرحی ساده برای کنترل و پایدارسازی دامنه روستای دمدول به روش اصلاح ناهمواری دامنه و احداث زهکشی



لازم به ذکر است که اندازه و حجم دیوار حایل براساس حجم توده جابجا شده توسط مهندس محاسب برآورد می‌شود. اما در منطقه می‌توان برای کنترل زمین لغزش‌های کوچک و متوسط دیوارهای حایل پیشنهادی را با ارتفاع ۶ تا ۸ متر احداث نمود. توجه به این نکته ضروری است که در تمام دیوارهای حایل باید زهکش از جنس لوله‌های پلی اتیلن جهت تخلیه آب داخل توده تعبیه شود (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- طرح ساده شده برای تعبیه زهکش در دیواره‌های حایل و نمونه‌ای از لوله زهکش جاگذاری شده در دیوار حایل به منظور هدایت آب پشت دیوار حایل

## احیاء و استقرار پوشش گیاهی

برخی از گیاهان بهتر از انواع دیگر در کنترل ناپایداری‌ها موثر هستند. پوشش درختی با ریشه‌های عمیق و قوی، حفاظ مکانیکی بهتری فراهم نموده، نقش مهار و شمع را بهتر ایفا می‌کند. به همین دلیل گیاهان درختی برای پایدارسازی دامنه‌ها بهتر می‌باشند. پوشش علفی و بوته‌ای نزدیک سطح زمین رشد می‌کنند و تنها یک پوشش متراکم و محکم سطحی ایجاد می‌کنند که برای کاهش فرسایش سطحی می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. چون بوته‌ها نسبت به درختان ریشه‌های کم عمق‌تر دارند لذا مانند درختان نمی‌توانند در کنترل و تثبیت ناپایداری‌های دامنه‌ای عمل نمایند. ریشه درختان با مسلح نمودن خاک، کاهش رطوبت خاک، ایجاد شمع مهار و افزایش تنش عمودی بر سطح گسیختگی پایداری دامنه‌ها را افزایش می‌دهند.

ریشه‌های گیاهان از نظر نفوذ به دو نوع ریشه‌های سطحی و عمیق تقسیم بندی می‌شوند که با توجه به عمق لغزش نسبت به انتخاب گیاه مناسب باید اقدام نمود. در این نوع تقسیم بندی معمولاً ریشه‌های سطحی به صورت افقی رشد نموده و از ۳۰ سانتی‌متری سطح زمین تا عمق دو متری را شامل می‌شود ولی ریشه‌های عمقی به صورت عمودی رشد کرده و گاهی عمق نفوذ آن به ده‌ها متر نیز می‌رسد. برای این که ریشه‌ها تأثیر گذار باشند باید از سطح گسیختگی عبور نمایند.

جهت حصول نتیجه مطلوب باید گونه گیاهی و روش یا روش‌های کشت مناسب انتخاب گردد. بعد از انتخاب گونه یا گونه‌های گیاهی که برحسب عمق زمین لغزش تعیین می‌شوند از ساده‌ترین روش جهت کاشت استفاده می‌شود. یکی از روش‌های مناسب انتقال خاک‌های حاوی ریشه و گیاه و یا گیاهان منفرد به محل مورد نظر است. جهت کنترل ناپایداری در منطقه هشتجین بهتر است گونه‌های درختی و درختچه‌ای بومی آن کاشته شوند (جدول ۴). عمق ریشه درختان و درختچه‌ها علاوه بر مسائل ژنتیکی گونه‌ها به شرایط محیطی همچون عمق، بافت و تراکم خاک، میزان اکسیژن و آب موجود بستگی دارد. اکثر ریشه‌ها می‌توانند در شرایط مساعد تا عمق زیاد، حتی بیش از ۲۰ متر، نیز رشد کنند. برخی از ریشه‌ها مانند گونه‌های سرخ ولیک و سیاه ولیک و بید سفید اگرچه کم عمق هستند اما گاهی تا سطح وسیعی گسترش می‌یابند. بنابراین در زمان انتخاب گونه مناسب برای کنترل ناپایداری در دامنه‌ها حتماً باید ویژگی‌های گیاهان در همان محدوده مورد توجه قرار گیرد.

جهت تعیین سریع روش مناسب برای کنترل و تثبیت زمین لغزش ها در منطقه هشتجین می توان از جدول (۵) استفاده کرد.

در مورد ریزش های سنگی در بهتر است به دو حالت اقدام کرد:

ریزش بر روی دامنه ها و حرکت در سطح آن، مانند روستای کزج و الکش:

۱- ذرات واریزه ای که در حال حاضر از توده های سنگی جدا شده و مستعد حرکت در دامنه هستند جمع آوری شده و از محل انتقال داده شوند.

۲- خندق ضربه گیری در محل تراس طبیعی ایجاد شده در دامنه غیر یکنواخت منطقه حفر شود تا بیشتر ذرات ریزشی در مسیر حرکت خود به توسط این کانال متوقف شوند، با توجه به ویژگی های دامنه می توان عرض خندق را حداقل ۵ متر و حداکثر تا بیش از ۲۵ متر قابل تعرض است. عمق آن نیز باید حداقل ۲ متر در نظر گرفته شود. خندق حفر محل خندق در تراس طبیعی که در دامنه هر دو روستا وجود دارد خواهد بود (شکل ۱۹).

جدول ۴ حداکثر عمق ریشه درختان و درختچه های بومی مهم در منطقه

نام گونه	نام علمی	حداکثر عمق نفوذ ریشه (متر)
داغداغان	<i>Celtis glabrata</i> Stev. (Ulmaceae)	۳۹
ارس	<i>Juniperus excels</i> Bieb. (Cupressaceae)	۲۲
گلایی برگ بیدی	<i>Pyrus salicifolia</i> Pall. (Rosaceae)	۱۵
گردو	<i>Juglans regia</i> L. (Juglandaceae)	۱۷
سیاه تلو	<i>Paliurus spina Christi</i> Thorn. (Rhamnaceae)	۱۰
سیب وحشی	<i>Malus orientalis</i> Ugl. (Rosaceae)	۱۰
پیرو	<i>Juniperus communis</i> L.	۱۰
زغال اخته	<i>Cornus mas</i> L. (Cornaceae)	۱۰
افرا کیکم	<i>Acer monosperulanum</i> L. (Aceraceae)	۹
ازگیل	<i>Mespilus germanica</i> L. (Rosaceae)	۸
زرشک وحشی	<i>Berberis vulgaris</i> L. (Berberidaceae)	۷
پسته وحشی	<i>Pistacia atlantica</i> Desf. (Anacardiaceae)	۷
دغدغک درختی	<i>Coulutea arborescens</i> L. (Fabaceae)	۷
نارون	<i>Ulmus minor</i> Miller (Ulmaceae)	۶

۶	<i>Viburnum lanata</i> L. (Caprifoliaceae)	هفت کول
۵	<i>Crataecus pontica</i> C. Koch. (Rosaceae)	زالزالک وحشی
۵	<i>Viburnum opulus</i> L. (Caprifoliaceae)	بداغ جنگلی
۵	<i>Lonicera iberica</i> M. B. (Caprifoliaceae)	شن
۵	<i>Prunus divaricata</i> Ledeb. (Rosaceae)	آلوچه وحشی
۵	<i>Salix alba</i> L. (Salicaceae)	بید سفید
۴	<i>Acer campestre</i> L. (Aceraceae)	افرا
۴	<i>Crataegus microphylla</i> Koch (Rosaceae)	سرخ ولیک
۴	<i>Crataegus pentagyna</i> Waldst. (Rosaceae)	سیاه ولیک
۳	<i>Tamarix ramosissima</i> Ledeb. (Tamaricaceae)	گز
۳	<i>Cydonia oblonga</i> Miller. (Rosaceae)	به جنگلی
۳	<i>Rosa canina</i> L. (Rosaceae)	نسترن وحشی



شکل ۱۹- تراس طبیعی در دامنه ریزشی روستا

۳- ایجاد دیوار ضربه گیر از نوع خاکی مسلح نیز در کنار خندق و در روی تراس طبیعی دامنه می تواند میزان خطر سقوط ذرات را در محل روستا به حداقل برساند. همچنین تنها احداث دیواره از جنس خاکی در این محل نیز دارای مزایایی زیادی است که از جمله می توان به هزینه پائین، تامین مصالح از منطقه و امکان کاشت گونه های بومی با استفاده از سطوح آبیگر باران اشاره کرد.

اما در مورد دیواره های کنار جاده خلخال به هشتجین و همچنین جاده روستای نیمه هیل در جنوب منطقه و کنار رودخانه قزل اوزن که ریزش ها در هوا صورت می گیرد باید:

۱- جهت مهار کردن قسمت‌های از سخره سنگی که دارای درز و شکاف تکتونیکی زیاد بوده و احتمال جدا شدن، واژگونی و یا ریزش بلوک‌ها و ذرات سنگی در آن‌ها وجود دارد را با تورهای سیمی مهار کرد.

۲- در این مورد می‌توان در صورت ادامه ریزش سنگی از مواد ژئوتکستایل و یا روش بتن پاشی نیز استفاده کرد. هزینه کردن در محل‌های ریزشی که در حال حاضر بعلت برداشته شدن ذرات جدا شده بسیار کمتر شده است به دلیل اینکه راه دسترسی اصلی به منطقه است قابل توجه می‌باشد.

۳- در طول همین مسیر در چند نقطه بعلت کاهش سیب دامنه‌های کنار جاده ریزش‌های سنگی بصورت غلتیدن و جابجا شدن ذرات و قطعات بر روی دامنه صورت می‌گیرد که استفاده از دیوار حایل در کنار جاده به راحتی می‌تواند از ریزش سنگ به مسیر جاده جلوگیری نماید.

جدول ۵- روش کلی که باید جهت کنترل و تثبیت زمین لغزش‌های منطقه هشتمین بکار برده شود (به دلیل محدود بودن پهنه‌های مستعد برای زمین لغزش‌های ریزشی راهکارهای پیشنهادی برای این گروه در متن نشریه تشریح گردیده است)

خلاصه‌ای از روش یا روش‌های پیشنهادی	نوع مواد جایجا شده			نوع زمین لغزش		
	سنگ	خاک				
		بخش اصلی دانه درشت	بخش اصلی دانه ریز	جریان خاک	جریان‌ها	زمین لغزش‌های منفرد
احداث مجموعه‌ای از چک دم‌ها	جریان سنگی	جریان واریزه‌ای	جریان خاک	جریان‌ها	زمین لغزش‌های منفرد	
تغییر پروفیل دامنه‌ها، پایه سنگریز و یا دیوار ثقلی و خصوصاً روش‌های بیولوژیکی	لغزش سنگی	لغزش واریزه‌ای	لغزش خاکی	چرخشی		
دیوارهای خاکی و یا سنگی مسلح شده	بلوک سنگی	بلوک واریزه‌ای	بلوک خاکی	انتقالی		
تغییر مورفولوژی دامنه، دیوار مسلح خاکی و یا سنگی	معمولاً ترکیبی از سنگ، خاک و واریزه			چرخشی- انتقالی		
زهکشی سطحی و زیر زمینی صورت لزوم	روش‌های بیولوژیکی، تغییر مورفولوژی دامنه در برخی فعال، احداث دیوار حایل در مورد زمین لغزش‌هایی که سازه‌ها، جاده و یا خطوط انتقال نیرو و یا ارتباطات را تهدید می‌کنند	خزش عمیق	خزش خاک		خزش‌ها	زمین لغزش‌های پهنه‌ای
		سنگی	واریزه‌ای	خاکی	غیر قابل نقشه برداری	
	گسترشی سنگی	گسترشی واریزه‌ای	گسترشی خاکی	گسترش یابنده		
	کنترل خندق‌های منطقه خصوصاً با احداث چک دم‌ها	بیشتر مصالح سنگی	بیشتر مصالح واریزه‌ای	بیشتر مصالح خاکی	گسترش یابنده- جریانی یا سرعت بسیار پائین	
	کنترل خندق‌های منطقه خصوصاً با احداث چک دم‌ها و احداث دیوار حایل	روش‌های ترکیبی	ترکیب دو و یا بیشتر از دو نوع زمین لغزش		زمین لغزش‌های مرکب	

<sup>1</sup>مراجعه شود به منبع: طلائی، ۱۳۹۴

## منابع مورد استفاده

- ۱- انصاری، ف. و م. بلورچی. ۱۳۷۴. زمین لغزش در استان اردبیل. مدیریت لرزه زمین ساخت و ژئوتکنیک، سازمان زمین شناسی کشور. ۴۶ ص.
  - ۲- طلائی، ر. ۱۳۹۴. دستورالعمل کنترل فرسایش آبکندی در زیرحوضه کندیرق، شهر هشتجین خلخال - استان اردبیل. نشریه فنی، شماره ۸۷، ۲۵ صفحه.
  - ۳- طلائی، ر.، ج. غیومیان، م. شریعت جعفری و ا. علی اکبرزاده. ۱۳۸۳. بررسی عوامل موثر در لغزش خیزی جنوب غرب خلخال. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۵۳ ص.
  - ۴- مهدویفر، م.، ۱۳۷۶. پهنه بندی خطر زمین لغزش منطقه خورش رستم (جنوب غرب شهرستان خلخال). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۵۵ ص.
  - ۵- نیک اندیش، ن. و ر. میرصانعی. ۱۳۷۴. نگرشی بر زمین لغزش ای استان اردبیل. وزارت جهاد سازندگی، معاونت آبخیزداری، ۶۳ ص.
  - ۶- هاشمی طباطبائی، س. ۱۳۷۷. پهنه بندی خطر زمین لغزش در بخشی از استان اردبیل. وزارت مسکن و شهرسازی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، سازمان مسکن و شهر سازی استان اردبیل. جلد ۲، ۷۲ صفحه.
- 7-Talaei, R. 2014. Landslide hazard assessment in Hashtchin area, NW-Iran. *Carpathian J. Earth Environ. Sci.* 9(3):123-134.
- 8-Zárube, Q. and V. Mencl. 1982. *Landslide and their control.* Elsevier scientific publish company, *Developments in Geotechnical Engineering.* 31, 324 pp.





Ministry of Agriculture Jihad

Jihad Agricultural Organization of Ardabil Province

Agricultural Extension Coordination Management



Ministry of Agriculture Jihad

Agricultural Research, Education and Extension Organization

Ardabil Agriculture and Natural Resources Research and  
Education Centre

## Technical Recommendations for Management and Control of Landslides in Hashtjin Region (South of Ardabil Province)



**Author**

Reza Talaei, *PhD*

Technical Manual, Number 121, 2016