دکتر امین علیزاده
دانشگاه مشهد

تاثیر پوشش گیاهی بر پایداری شیبها

مقدمه

زمین لغزه و دیگر حرکات توده‌ای خاک از جمله پدیده‌هایی هستند که گاه‌گاه در شیب برخی از تپه‌ها به وقوع می‌پیوندند. بسیار شنیده‌ایم که روستایی دریک حوضه آبریز، واقع در شیب تپه‌ای، به هنگام بارندگیهای مداوم به پایین لغزیده یا از محل اصلی خود جابجا شده‌است. هرچند این لغزشها معمولاً به آرامی صورت می گیرد ولی بعضاً ممکن است خطرات جانی و مالی در پی داشته‌باشند. وقوع این پدیده‌ها به علت تشدید فرسایش خاک، بخصوص در تپه‌های اطراف مخازن سدها، از اهمیت زیادی برخوردار است حرکت توده‌های عظیم خاک و سرازیر شدن آنها به داخل مخزن سد نه تنها باعث کم شدن حجم مفید آن بلکه در بعضی شرایط باعث سرریز شدن آب از روی سد و یا تخریب آن می شود.

در وقوع این پدیده عوامل زیادی دخالت دارند. متخصصین آبخیزداری نقش پوشش گیاهی را بسیار با اهمیت تلقی کرده، براین عقیده‌اند که زمین لغزه‌ها معمولاً به دنبال از بین رفتن پوشش گیاهی به وقوع می پیوندند و اگر خاک از پوشش گیاهی مطلوبی برخوردار باشد موجب تثبیت خاک خواهد شد. آنچه در این مقاله آمده‌است تحلیلی بر اثرات مثبت یا منفی پوشش گیاهی به عنوان بخشی از محیط زیست بر پایداری شیبها است.

کلیات

زمین لغزه عمدةً دراثر نیروهای ثقلی اتفاق می افتد که گاهی اوقات فعالیّتهای زلزله نیز آن را تشدید می کنند. عوامل زیادی براین نیروها مؤثرند که از میان آنها می توان وضعیت زمین شناسی، هیدرولوژی، پستی و بلندی، وآب وهوایی هرمنطقه را نام برد. بیشتر زمین لغزه ها مربوط به خاکهای رسی یا چسبنده با دانه های کروی است و بندرت می توان درطبیعت شرایطی را پیدا نمود که زمین لغزه در خاکهای غیرچسبنده اتفاق افتاده باشد[۱].

حرکت توده های خاک اساساً به سه شکل متفاوت است که هرچند همگی را تحت نام زمین لغزه طبقه می‌کنیم ولی درماهیت با یکدیگر متفاوتند. این سه شکل عبارتند از:

الف ـ سقوط توده های رس؛ که معمولاً درشیبهای تند وکناره رودخانه ها اتفاق می افتد و عامل اصلی آنها ایجاد شکافهایی است که به دلایل مختلف دربدنه توده خاک به وجود می آیند.

ب ـ لغزشهای دایره‌ای؛ که در خاکهای رسی و شیل به وقوع می پیوندد و در آن توده های خاک روی یک سطح دایره‌ای که قسمت مقعر آن رو به بالا است می لغزند. این نوع لغزشها غالباً در خاکهای رسی یکنواخت اتفاق می افتد ولی بعضاً در خاکهای رسی غیر یکنواخت نیز دیده شده است[۲].

ج ـ زمین لغزه های مرکب؛ که مربوط به شیب تپه هایی است که از مواد ناهمگن تشکیل شده‌باشد. درچنین مواردی صفحه لغزش دایره‌ای و یا غیر دایره‌ای خواهد بود.

آنچه در بالا گفته شده حالات مختلف زمین لغزه است و نباید حرکات توده‌ای خاک مانند جریانهای خاک و گِل وامثال آن را در زمره آنها دانست.

عواملی که به طور مستقیم یا غیر مستقیم در ایجاد زمین لغزه ها مؤثرند به دو دسته تقسیم می شوند: عوامل موثر در ناپایداری شیبها و عامل پوشش گیاهی، که در زیر به بحث پیرامون آنها می پردازیم.

عوامل مؤثر در ناپایداری شیبها

عوامل موثر در ناپایداری شیبها بر دونوعند ۱ـ عواملی که باعث بالا بردن تنش برشی در خاک می شوند ۲ـ عواملی که باعث کم شدن مقاومت خاک در مقابل نیروهای برشی می شوند.

۱ ـ عواملی که باعث افزایش تنش برشی می شوند عبارتند از:

الف ـ از بین بردن مقاومتهای جانبی مانند فرسایش کناره‌ای در رودخانه‌ها و حفر کانال و آبراهه در شیب تپه‌ها توسط انسان.

ب ـ زمین لرزه‌ها، هوازدگی وانحلال مواد در آبهای زیرزمینی، فرسایش زیرزمینی (زیرشویی) وحفاریهایی که توسط انسان جهت بهره‌برداری ازمعادن صورت می گیرد.

ج ـ فشارهای جانبی از قبیل فشار ناشی از آبهایی که در شکافهای عمودی خاک نفوذ می‌کنند و یا تورم و یخبندان آب موجود در درز و ترک خاکها.

۲ ـ عواملی که موجب کم شدن مقاومت برشی خاک می شوند عبارتند از:

الف ـ خصوصیات اولیه خاک از قبیل بافت، ساختمان، وجود مواد ضعیف کننده درخاک، درز و ترک و غیره

ب ـ تغییراتی که در اثر واکنشهای فیزیکو شیمیایی یا هوازدگی در خاک اتفاق می افتد. مانند انقباض و انبساط در اثر حرارت، هیدراسیون کانیهای رس و شسته شدن املاح خاک.

ج ـ تغییراتی که در نیروهای بین ذره‌ای به دلیل وجود آبهای منفذی به وجود می آید. در این مورد می توان از فشار منفذی آبهای زیرزمینی نام برد.

نقش پوشش گیاهی

همان‌طور که اشاره شد پایداری شیبها بستگی به توازن بین نیروهای وارده بر خاک دارد. علی الاصول شیب یک تپه هنگامی ریزش خواهد کرد که مقدار نیروهای تنش برشی در هر صفحه‌ای از مقطع خاک، بیشتر از مقاومت برشی خاک در این صفحه باشد. حالت تعادل نیروهای برشی و مقاومتهایی که دربرابر آن صورت می گیرد بستگی به عوامل متعددی دارد. بعضی از این عوامل تنشهای برشی را افزایش می دهند و برخی دیگر مقاومت برشی خاک را کاهش می دهند که در هر دو مورد زمین لغزه‌ها تشدید می شود[۳]. پوشش گیاهی در پاره‌ای موارد باعث افزایش مقاومت خاک و دربعضی موارد موجب تضعیف آن درمقابل زمین لغزه‌ها می شود. تاثیر پوشش گیاهی عموماً به صوَر متعددی است که در زیر توضیح داده‌شده‌است.

۱ ـ وزن اضافی که دراثر پوشش گیاهی به خاک وارد می شود.

پوشش گیاهی ـ بخصوص در جنگلهای متراکم و انبوه ـ سنگینی نسبةً قابل توجهی را برخاک وارد می سازد. سنگینی وارده از طرف پوشش گیاهی به خاک، یکی از جنبه های مثبت آن بوده و باعث افزایش مقاومت خاک می شود. مشاهده شده است که خزش در خاکهایی که وزن اضافی برآنها وارد می شود کمتر از خاکهای مشابه در شرایط معمولی است[۴].

نیروی وزن یک درخت که روی شیب تپه ای واقع شده باشد به دو مؤلفه تقسیم می شود که مولفه عمودی آن مقاومت برشی خاک را افزایش می دهد. بر اساس برآوردهایی که صورت گرفته است اضافه وزنی که دراثر پوشش گیاهی به خاک وارد می شود حدود ۲/۵ کیلونیوتن بر متر مربع است[۵].

این وزن فقط معادل ۱۵ سانتی متر خاک است که به طور یکنواخت روی زمین پخش شده باشد. هرچند این مقدار درمحاسبات مربوط به پایداری شیبها چندان موثر نمی باشد ولی نمی توان اثر فقدان آن را بخصوص هنگامی که پوشش درختی در روی شیب تپه ها به طور کامل قطع می شود نادیده گرفت.

۲ ـ نیروی باد که توسط پوشش گیاهی برخاک اعمال می شود.

درخت به دلایل فیزیولوژیکی و اکولوژیکی درمقابل سرعت باد از خود مقاومت نشان می دهد. این مقاومت به صورت نیرو به خاک منتقل می شود. مقدار این نیرو بستگی به ارتفاع پوشش گیاهی و نوع درخت دارد.

بادهایی که موازی سطح شیبدار می وزند نیروی واژگونی بردرخت وارد می آورند. این امر می تواند در توده خاک ایجاد به هم خوردگی موضعی کرده، و باعث تضعیف خاک در آن نقطه شود. پدیده واژگونی در مورد درختان بزرگ، مسّن و مریض یا آفت زده بسیار بارز است.

انتقال نیروی باد به خاک بستگی به سیستم ریشه ای گیاه دارد[۶]. ریشه های درخت معمولاً به صورت متقارن در اطراف تنه پراکنده بوده و در شرایطی که تعداد درختها درسطح زمین زیاد باشد سیستم ریشه ای آنها در هم کلاف شده و برمقاومت درخت در مقابل واژگونی می افزاید.

۳ ـ اثر فشار ریشه

به تدریج که گیاه رشد می کند ریشه ها چه ازنظر طولی و چه از نظر قطر رشد

می‌کنند. این امر موجب می شود که به خاک درجهات مختلف فشار وارد شده و سبب تضعیف آن شود. رشد ریشه باعث ایجاد درز و شکاف درخاک شده و مقاومت برشی آن را کاهش می دهد[۵] این حالت از جمله مواردی است که گیاه می تواند از طریق آن باعث تشدید زمین لغزه ها شود.

٤ ـ مسلّح شدن مکانیکی خاک توسط ریشه‌ها

الف ـ توسعه ریشه ها ـ گسترش ریشه های گیاه درخاک بستگی به عوامل کنترل کننده رشد گیاه دارد. رطوبت خاک و نور و گرما از جمله این عوامل مهم می باشند. براساس مطالعات هایوارد[۷] یک نهال کوچک ۸ تا ۸۰ سانتی متری کاج به عنوان تیپ یک درخت معمولی دارای یک ریشه اصلی عمودی و ۹ تا ۱۱ ریشهٔ جانبی یا لاترال است. طول ریشه اصلی حدود ۹۰سانتی متر تا ۲/۷ متر است به هر لاترال تعدادی زیر لاترال متصل می شود. مهمترین خصوصیت لاترالها وزیر لاترالها این است که گسترش افقی آنها در تمام طول ریشهٔ یکنواخت است. نکته دیگری که در مورد ریشه های لاترال قابل توجه است تراکم زیاد آنها در سطح خاک می باشد.طول لاترالها ۵۰سانتی متر تا ٤ متر و طول زیر لاترالها کمتر از ۰/۵ متر است. حداکثر رشد ریشه ها زمانی است که عمر درخت در حدود ۱۰ سال باشد[۸]. دراین زمان سیستم ریشه‌ای را می توان به صورت نوارهایی که عمود بر ریشه اصلی می باشند درنظر گرفت.

سیستم رشد ریشه‌ای و گسترش آن درخاک بستگی به عوامل زیادی دارد که از آن جمله سن گیاه، بافت و ساختمان خاک، رطوبت، مواد غذایی، اکسیژن و دمای خاک حائز اهمیت‌اند. ریشه اصلی به دلایل ژنتیکی و فیزیولوژیکی تحت تاثیر جاذبه به طرف پایین حرکت کرده و رشد ریشه های لاترال بستگی به مقدار آب موجود درخاک دارد. گرچه ریشه در محیط مرطوب بیشتر رشد می‌کند ولی باید توجه داشت که درجاهای بسیار مرطوب و مانداب که خاک غرقاب بوده و مقدار اکسیژن آن کم است ریشه رشد نمی‌کند. بنابراین پایینتر از سطح ایستابی نباید انتظار وجود ریشه را داشت.

ب ـ اثر ریشه برمقاومت برشی خاک ـ درسالهای اخیر به موضوع مسلح نمودن خاک توسط نوارها و مفتولهای نازک فلزی یا نخی توجه زیادی شده‌است ولی اطلاعات موجود در زمینه مسلح شدن بیولوژیکی خاک توسط ریشه بسیاراندک است. مطالعات پراکنده نشان می دهد که ریشه گیاه به مقدار زیادی مقاومت برشی خاک را افزایش می دهد.[۹ ۱۰ ۱۱]

افزایش مقاومت برشی خاک به هنگام وجود ریشه به دلیل افزایش چسبندگی ظاهری

آن است.زاویه اصطکاک داخلی خاک ظاهراً بستگی به وجود ریشه ندارد. به طوری که گزارش شده است مقاومت برشی خاک به دلیل ریشه ۲تا۳ برابر افزایش می یابد. به دلیل افزایش چسبندگی ظرفیت کششی خاک نیز افزایش می یابد.

ج ـ اثر تثبیت کنندگی ریشه ها ـ لغزش خاک معمولاً با ایجاد درز و ترکهای اولیه در سطح خاک و سپس وارد شدن آب به داخل آن شروع می شود و در صورتی که آب موجود در این درز و ترکها یخ بزند پدیده لغزش تسریع خواهد شد. دراین مرحله است که وجود پوشش گیاهی اثر مثبت وچشمگیری دارد. بدین ترتیب که ریشه های گیاه سطح لغزش را قطع و توده خاک را در دو طرف صفحه لغزش به هم پیوند می دهند. به بیان دیگردرابتدای، لغزش وجود ریشه های سطحی بسیار حائز اهمیت بوده و از آن جلوگیری می‌کنند.

د ـ جذب آب توسط گیاه وبالا رفتن مقاومت برشی ـ دریک درخت معمولی طول ریشه ها به چندین کیلومتر می رسد. درچنین سیستم ریشه ای سطح ریشه ها ممکن است بالغ بر ۱۰۰۰ متر مربع باشد. سطوح ریشه ای مذکور می توانند حجم زیادی از آب را (درساعات روز) تبخیر کرده و از درصد رطوبت خاک بکاهند. با کاهش رطوبت خاک مقاومت برشی آن افزایش یافته و خاک درمقابل لغزیدگی مقاومت کند.

حرکت آب به طرف ریشه ها به دلیل کمبود فشار پخشیدگی است. در سیستم آب، خاک، گیاه و اتمسفر، رطوبت خاک وارد ریشه ها شده و سپس از طریق ساقه و برگ به اتمسفر وارد می شود. حرکت آب دراین مسیر به دلیل اختلاف سطح انرژی در قسمتهای مختلف سیستم است.

باید توجه داشت که وجود پوشش گیاهی ناهمگن در سطح زمین باعث می شود تا تخلیه رطوبت خاک نیز به صورت موضعی و ناهمگن انجام شود این امر می تواند به استحکام غیر یکنواخت و یا ضعف خاک در مقابل لغزش منجر شود. و در صورتی که ریشه های گیاه در داخل خاک پوسیده و از بین برود مسیر مناسبی برای جریان آب در داخل خاک و تشدید عمل زیرشویی و سرانجام زمین لغزه ها خواهد بود. به همین دلیل در خاکریزهای مصنوعی سعی می شود محل خاکریز از وجود هرگونه ریشه گیاهی عاری باشد.

هـ ـ مانع شدن پوشش گیاهی از رسیدن آب به سطح زمین ـ یکی دیگر از اثرات مهم پوشش گیاهی اثر «برگاب» یا «مانع شدن پوشش گیاهی از رسیدن قطرات باران به سطح زمین» است. در بسیاری از پوششهای جنگلی انبوه، سطح زمین هنگام بارندگی خشک باقی می ماند: به این صورت که بارش توسط برگهای گیاه دریافت و مستقیماً از همان جا

هم تبخیر می شود. مرطوب نشدن سطوح زمین درجه حساسیت آن را نسبت به زمین لغزه کاهش می دهد.

اثرات منفی درخت بعد از قطع شدن

کاهشی که در استقامت ریشه ها پس از قطع درخت ایجاد می شود مهمترین اثر منفی را در پایداری شیبها دارد. به این صورت که با قطع درخت ریشه ها مقاومت کششی خود را از دست می دهند. ریشه های زنده قادرند بدون گسیختگی، نیروی کششی زیادی را تحمل کرده و حرکات جابجایی خاک را مهار کنند[۱۲]. در مورد درختهای جوان بلافاصله پس از قطع، قارچهای موجود در خاک به ریشه ها حمله کرده و مواد آلی آن را تجزیه می‌کنند ولی در درختهای مسن این زمان بسیار طولانی است. به طوری که مشاهده شده است بعضی از درختها پس از ۲۵ سال که از قطع آنها گذشته است هنوز به صورت پوسیده در خاک باقی مانده اند[۱۳]. این موضوع سؤالی را پیش می آورد و آن این که آیا ریشه های جوانی که قطر آنها از ۳سانتی متر کمتر است در تثبیت خاک نقش اساسی دارند یاخیر؟ زیرا این ریشه ها پس از قطع درخت به زودی می پوسند. در هرحال نباید نقش ریشه های نازک را در جذب آب وکاهش رطوبت خاک که منجر به افزایش مقاومت برشی می شود از یاد برد.

تغییر شکل درخت در شیبهای ناپایدار

اگر دریک حوضه آبریز، بتدریج که از پایین به سمت ارتفاعات بالا می رویم به درختها نگاه کنیم درشکل وفرم آنها تغییراتی به چشم می خورد. این مطلب در بسیاری از پژوهشها به اثبات رسیده است (۱٤، ۱۵، ۱٦) در ابتداء درختها بلند و متقارن هستند، سپس اندازه آنها تغییر کرده و در ارتفاعات بالا تر درختها از شکل اصلی خارج و کوتاهتر می شوند. از این مشاهدات چنین استنتاج می شود که در درختها نوعی حرکت که مربوط به سازگاری آنها با محیط است وجود دارد. چنین حرکاتی در پوشش گیاهی کوههای زاگرس کاملاً محسوس است[۱۰].

حرکاتی که منجر به تغییر شکل درخت می شود عمدةً به دلیل وجود باد است و به دو صورت ظاهر می شود:

الف ـ خشک شدن ساقه و شاخ و برگهایی که در مقابل باد قرار دارند.

ب ـ رشد اضافی قسمتهایی که در مقابل باد نبوده و محفوظ هستند.

نتیجه این عمل آن خواهد بود که بخشی از درخت خشک و بخشی دیگر از آن سبز وفعال باقی می‌ماند. این فرایند تغییراتی درجهت رشد شاخه‌ها به وجود آورده و گیاه را از حالت تقارن خارج می سازد. چنین درختهایی نامتقارن، خطر زمین لغزه‌ها را تشدید می‌کنند.

پیدایش درختهای تغییرشکل یافته در شیب تپه‌ها نشان دهنده وجود بادهای شدیدی است که درخت با آن مواجه بوده‌است هرچند درشیبهای طبیعی درخت با این عامل سازگاری پیدا کرده است ولی در مورد خاکریزهای مصنوعی و غرس درخت به منظور پایداری شیب باید به این نکته توجه شود.

پیدایش انحناء: درتنه درختها

یکی از شاخصهای غیرمستقیم برای تشخیص ناپایداری درشیبها وجود یا پیدایش حالت انحناء درتنه درختها است. این انحناء معمولاً درشیبهای تندبه‌وقوع می پیوندد. بتدریج که گیاه رشد می‌کند درخت به منظور مقابله با نیروی باد و حفظ تعادل در وزن خود سازگاری پیدا کرده و درتنه آن حالت انحناء به وجود می آید. برخی معتقدند که مهمترین اثر نیروی باد برایجاد زمین لغزه از طریق درخت نه بخاطر فشار باد بلکه به این دلیل است که بادتعرق درخت را افزایش می دهد وچون میزان جذب آب توسط ریشه‌ها، به اندازه‌ای نیست که تعرق اضافی جبران شود[17] لذا سرانجام باعث خشک شدن درخت و پوسیدن ریشه‌ها می شود که خود از بین بردن مقاومت خاک و ایجاد زمین لغزه را در پی خواهد داشت.

منابع مورد استفاده:

1 - CHANDLER,R. J,1976a"Solifluction on Low Angled Slopes in Northamptonshire". Quart, J. L. Eng. 6 Vol. 3, pp. 65-69.

2 - ANON, 1898 "Serious Subsidence of the Cliff at Walton- on- the- Naze", Essex Naturalist No. 10, pp. 236-237.

3 - HUTCHINSON, J. N. 1967a "The Free Degradation of London Clay Cliffe", Proc. Geotech. Conf. Oslo. 1, pp. 18-113.

4 - TER-STEPANIAN, G, 1963 "On Long-Term Stability of Slopes", Nor Geotechnical Inst. Publ. Vol. 52, pp. 1-15.

5 - BISHOP, D. M. and STEVENS, M.E, 1964 "Landslide on Logged Areas in Southeast Alaska", U.S.D.A. For. Serv, Res. paper NOR-1.

6 - HOILCH, A.E. 1931 "Development of Roots and Shoots", Ecology, Vol.12 pp. 259.

7 - HEYWARD, F.F., 1933 "The Root System of Long Leaf Plant", Ecology, Vol. 14, pp. 136.

8 - EIS, S., 1974 "Red Cedar, Douglas Fir Root Morphology and Western Hemlok, Western, "Canadian Journal of Forest Res. Vol. 4 No.1, pp.31-37.

9 - COREETT, E.S. 1966 "Soil Slippage Increased by Brush Conversion", U.S. For. Serv. Res. PSW-128.

10 - FLACCUS, E., 1959 "Landslides and their Revegetation in the White Mountains of New Hampshire", Ph.D. Thesis, Duke University.

11- FELT, 1953 "Influence of Vegetation on Soil Moisture Contents and Resulting Soil Volume Change", Proc. 3rd Int. Conf. S.M.F.E.

12 - HALLIN, W.E., 1967 "Soil-Moisture and Temperature Trends in Cutover and Adjacent Old Growth Douglas-fir Timber, U.S. Forest Serv., Res.

13 - ELLISON, L. and COALDRAKE, J.E., 1954 "Soil Mantle Movement in Relation to Forest Clearing in Southern Queensland", Ecology, Vol.35, No.3.

14 - MARR, J.W., 1977 "The Development and Movement of Tree Islands Near the Upper Limit of Tree Growth in Southern Rocky Mountains", Ecology Journal Vol.58, pp. 1159-1164.

15 - LUTZ, H.J., 1930 "Observations on the Invasion of Newly formed Glacial Moraines by Trees", Ecology 1:562-567.

16 - WARDLE, P., 1968 "Engelmann Spruce at its upper Limits on the Front Range, Colorado", Ecology 49: 483-494.

17 - WU, T.H., and McKINNEEL III,W.P. and SWANSTON, D.N. 1979 "The Strength of Tree Roots and Landslides on Prince of Wales Island, Alaska", Canadian Geotechnical Journal, Vol. 16, No. 1.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی