



مقایسه منطقه لغزشی تثبیت شده و بدون لغزش از نظر تنوع زیستی علفی و برخی ویژگی‌های خاک (مطالعه موردی: بخش پاتم، جنگل خیرود)

محسن گرگندی پور^۱، سید عطااله حسینی^۲، احسان عبدی^۳ و قوام الدین زاهدی امیری^۴

۱- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد رشته مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۲- استاد گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، (نویسنده مسوول: at.hosseini@ut.ac.ir)

۳ و ۴- دانشیار و استاد، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۹۶/۶/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۱۴

چکیده

زمین لغزش‌ها باعث ایجاد فرایندهای بوم شناختی زیادی در مقیاس محلی در چشم‌انداز منطقه شامل فرایندهای توالی بوم شناختی می‌شوند. خصوصیات زمین‌شناسی زمین لغزش و مدیریت آن‌ها به عنوان خطرات فیزیکی به خوبی بررسی شده است اما فرایندهای بوم شناختی که با زمین لغزش‌ها ایجاد می‌شوند و ارتباط آنها با اقدامات برای بازسازی پایداری دامنه‌های ناپایدار به خوبی بررسی نشده است. در این مطالعه خصوصیات فیزیکی شیمیایی و مکانیکی خاک و تنوع زیستی علفی منطقه لغزشی تثبیت‌شده در پیچ صنوبر جنگل خیرود با منطقه بدون لغزش مجاور خود مقایسه شد. جهت مطالعه وضعیت تنوع زیستی علفی و خصوصیات خاک در دو منطقه مورد مطالعه از قطعات نمونه 2×2 متر استفاده شد. برای محاسبه شاخص‌های تنوع زیستی از نرم‌افزار PAST و برای مقایسه خصوصیات خاک و وضعیت تنوع زیستی علفی دو منطقه از آزمون t مستقل در نرم‌افزار SPSS استفاده شد. نتایج آزمون آماری نشان داد که بین خصوصیات شیمیایی خاک و تنوع زیستی علفی مناطق مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. نتایج بررسی خصوصیات مکانیکی خاک نشان داد که خاک دو منطقه ریزدانه و لومی رسی است. نتایج به طور کلی نشان داد که منطقه لغزشی تثبیت شده بعد از حدود دو دهه از نظر خصوصیات فیزیکی شیمیایی و مکانیکی خاک به حالت اولیه قبل از وقوع لغزش برگشته است. بنظر می‌رسد در چنین مناطقی می‌توان انتظار داشت شرایط تنوع زیستی علفی فاقد تفاوت معنی‌دار شود و در آخر اینکه می‌توان با بستن یا تغییر مسیر جاده‌های دارای لغزش حاشیه‌ای به بازگشت برخی خصوصیات خاک به وضعیت مناسب کمک نمود.

واژه‌های کلیدی: زمین لغزش، تنوع زیستی علفی، خصوصیات خاک، PAST، جنگل خیرود

مقدمه

لغزش رخ داده بود بررسی کردند. اولین گیاهانی که در این مناطق لغزشی رشد کردند گیاهان علفی یکساله و سپس گیاهان چندساله رشد کردند و میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم، سدیم، کلسیم و کربن آلی خاک با گذشت زمان افزایش پیدا کرد و به میزان اولیه خود قبل از وقوع زمین لغزش رسید. سینگ و ردی (۱۶) تغییرات پوشش گیاهی و خاک را در طول توالی ایجاد شده توسط زمین لغزش در جنگل‌های هیمالیا مرکزی بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که تغییرات در ویژگی‌های خاک در مراحل اولیه توالی سریع‌تر از مراحل بعدی توالی بود و میزان گونه‌های علفی و سطح آن‌ها با افزایش سن توالی افزایش پیدا کرد و رابطه مثبتی با نیتروژن کل خاک داشتند. زارین و جانسون (۲۴) وضعیت خاک و عناصر غذایی آن شامل کربن، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم را در جنگل‌های تروپیکال در مناطق لغزشی ارزیابی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم سریع‌تر از کربن و کلسیم به حالت اولیه قبل از وقوع لغزش برگشته است. در ایران تاکنون در مورد اکولوژی زمین لغزش و اثرات و تغییراتی که زمین لغزش بر روی پوشش گیاهی و خصوصیات خاک می‌گذارد مطالعاتی انجام نشده است. واردی کولائی (۲۲) تنوع پوشش گیاهی کف و برخی عوامل خاکی را در مناطق جنگل‌کاری شده و لغزشی توده‌های توسکا با جنگل طبیعی مجاور در جنگل دارابکلا مقایسه کرد. نتایج ایشان نشان داد که با گذشت ۴۵ سال از احداث جاده، ۴۰ سال از توده لغزشی و ۱۵ سال از توده جنگل‌کاری اختلاف معنی‌داری بین مشخصات خاک در

زمین لغزش‌ها نوعی از حرکات دامنه‌ای هستند که باعث حرکت مواد رسوبی، سنگ، خاک یا ترکیبی از آنها به طرف پایین دامنه در اثر نیروی ثقل می‌شوند و به انواع مختلفی (ریزش یا سقوط، واژگونی، روانه یا جریان، لغزش، گسترش جانبی، واریزه و خز) تقسیم می‌شوند (۱۹). زمین لغزش یکی از پدیده‌های طبیعی رایج در اراضی شیب‌دار در اکوسیستم‌های جنگلی و یکی از دلایل اصلی تخریب جنگل می‌باشند (۲۳) که در مسیر جاده‌های جنگلی باعث ایجاد مشکلاتی در مدیریت و بهره‌برداری از جنگل می‌شوند (۱۸). احداث جاده در جنگل باعث ایجاد تغییراتی در رطوبت و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و همچنین باعث تغییراتی در فراوانی و ترکیب گونه‌های می‌شود (۷). تاکنون در مورد اثرات زمین لغزش بر روی زندگی انسان‌ها و زیرساخت‌ها مطالعات زیادی انجام شده است اما در مورد اثرات زمین لغزش بر روی محیط زیست مطالعات کمی انجام شده است (۲۰) همچنین مشکلات و اختلالاتی که زمین لغزش در محیط ایجاد می‌کند کمتر بررسی شده است (۶). زمین لغزش‌ها فرایندهای بوم شناختی زیادی را در مقیاس محلی شامل فرایندهای توالی بوم شناختی ایجاد می‌کنند و همچنین مواد غذایی را بازبایی و زیستگاه‌هایی را برای مهاجرپذیری گونه‌ها فراهم می‌کنند (۲۳). بنابراین بررسی اثرات زمین لغزش بر خصوصیات خاک ضروری به نظر می‌رسد. پاندی و سینگ (۱۳) وضعیت پوشش گیاهی و خاک را در جنگل‌های معتدله بلوط در هیمالیا در مناطقی که زمین

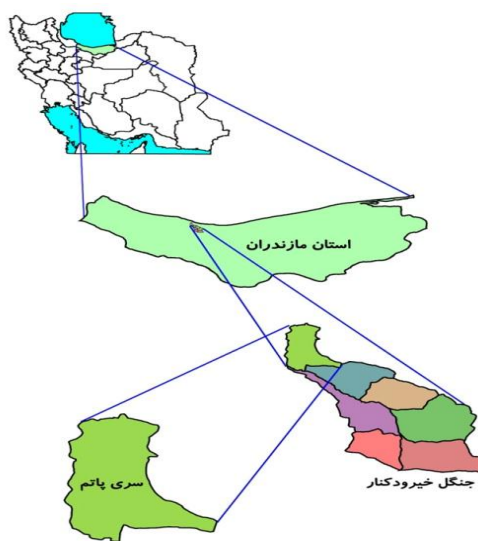
پارسل ۱۱ از بخش پاتم جنگل خیرود انجام شد. میزان متوسط بارندگی در منطقه ۱۳۳۰ میلی‌متر در سال است و بر اساس کلیماگرام آمبرژه منطقه نوشهر دارای اقلیم خیلی مرطوب با زمستان‌های خنک و با بارندگی منظم سالیانه می‌باشد. دامنه ارتفاعی آن ۹۳۴-۴۲ متر است. نوع مواد مادری منطقه سنگ آهک است و خاک آن از سنگ آهک همراه با رس و ماسه تشکیل شده است (۱۴). بخش پاتم اولین سری از جنگل خیرود محسوب می‌شود و در نتیجه اولین جاده در این منطقه افتتاح شد و بیشترین عبور و مرور را نیز به خود اختصاص می‌دهد. مطالعه مورد نظر در پارسل ۱۱ این سری در کیلومتر چهار جاده در نقطه‌ای به نام پیچ صنوبر انجام شد. با توجه به اینکه ساخت جاده در این منطقه با استفاده از روش‌های علمی و متکی به اصول و تکنیک‌های فنی بوده است، سرانجام بخش رانشی و لغزشی جاده (پیچ صنوبر) در سال ۱۳۷۴، به دلیل تغییر مسیر به سمت منطقه مناسب، از مسیر جاده مورد بهره‌برداری خارج شد. منطقه لغزشی مورد بررسی دارای شیب نسبتاً کمی است و به حدود ۱۵ درصد می‌رسد و جهت آن به سمت شمال است. در این منطقه حرکت خاک پس از احداث جاده به طور جدی خود را نشان داد. از مشخصات بارز این منطقه، وجود وضعیت تپه ماهوری و پلکانی دامنه و درختان کج و موج توسکا در منطقه مورد مطالعه است (۸).

توده‌های مورد مطالعه دیده نشد اما بین شاخص‌های مختلف تنوع زیستی در توده لغزشی نسبت به سایر توده‌ها اختلاف معنی‌داری وجود داشت. محمدپور و همکاران (۱۲) وضعیت تنوع زیستی در دو قطعه بهره‌برداری شده و بهره‌برداری نشده را در جنگل نوده ساری بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که بین شاخص‌های تنوع گونه‌ای و غنا در دو قطعه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. صید و همکاران (۲۱) تنوع گونه‌های درختی را در توده‌های جنگلی مدیریت شده (قطع‌گزینشی) و مدیریت نشده راش در جنگل شصت کلاته گرگان مقایسه کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که میانگین شاخص‌های غنا و ناهمگنی در توده مدیریت شده بیشتر و میانگین شاخص‌های یکنواختی در توده مدیریت نشده بیشتر بود.

این مطالعه به منظور بررسی تغییرات برخی خصوصیات فیزیکی شیمیایی و مکانیکی خاک و پوشش گیاهی علفی منطقه لغزشی تثبیت شده بعد از گذشت حدود دو دهه از وقوع لغزش و مقایسه آن با منطقه بدون لغزش مجاور انجام شد.

مواد و روش‌ها منطقه مورد مطالعه

جنگل خیرود در هفت کیلومتری شرق نوشهر بین ۳۶ درجه و ۲۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۰ دقیقه عرض جغرافیایی شمالی و ۵۱ درجه و ۳۲ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۴۳ دقیقه طول جغرافیایی شرقی واقع شده است (شکل ۱). این مطالعه در



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه
Figure 1. Location of Study area

متر استفاده شد (۳، ۱۱). در هر قطعه نمونه فهرست همه گونه‌های علفی، همراه با ثبت میزان وفور یا چیرگی آن‌ها بر اساس جدول فراوانی براون بلانکه (۵) یادداشت شد. مقدار شاخص‌های تنوع زیستی شانون وینر و سیسمون (Shannon-wiener and Simpson)، غنای مارگالف و منهنیک (Margalef and Menhinick) و یکنواختی پیلو و شلدون (Sheldon and Equitability J) توسط نرم‌افزار PAST برای هر قطعه نمونه اندازه‌گیری شد. برای تعیین

روش مطالعه

در این مطالعه منطقه لغزشی تثبیت شده با گونه توسکا و منطقه مجاور آن با توپوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع) یکسان با استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) برداشت و انتخاب شدند. برای اندازه‌گیری تنوع زیستی علفی و خصوصیات فیزیکی شیمیایی و مکانیکی خاک دو منطقه لغزشی تثبیت شده و بدون لغزش مجاور از یک شبکه آماربرداری ۱۰×۱۰ متر و در مجموع ۲۰ قطعه نمونه ۲×۲

Lamiaceae و *Cyperaceae* بیشترین تیره‌ها در منطقه مورد مطالعه بودند (جدول ۱). نتایج آزمون کولموگروف اسمیرنوف نشان داد تمامی شاخص‌های تنوع زیستی و خصوصیات شیمیایی خاک در تمامی قطعات نمونه مورد مطالعه از توزیع نرمال برخوردارند. نتایج آزمون لون نشان داد که در تمامی شاخص‌های تنوع زیستی بجز شاخص یکنواختی پیلو (*Equitability J*) واریانس‌ها همگن هستند. همچنین نتایج آزمون لون نشان داد که در تمام خصوصیات شیمیایی خاک اندازه‌گیری شده به جز ازت خاک، واریانس‌ها همگن هستند. نتایج آزمون *t* مستقل نشان داد که بین شاخص‌های تنوع شانون وینر و سیمسون و غنای مارگالف و منهنیک در دو منطقه مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد اما بین شاخص‌های یکنواختی پیلو و شلدون در دو منطقه مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد وجود دارد (جدول ۲) همچنین نتایج آزمون *t* مستقل نشان داد که بین خصوصیات شیمیایی خاک در دو منطقه مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۳). نتایج طبقه‌بندی بافت خاک به روش یونیفاید (USCS) نشان داد که نوع خاک در دو منطقه مورد مطالعه از نوع ریزدانه است (جدول ۴ و ۵). نتایج آزمایش تعیین حدود اثربرگ با استفاده از روش کازاگرانده نشان داد که حدروانی خاک قطعات نمونه مناطق مورد مطالعه بین ۳۰-۵۰ یعنی خاک با حدروانی متوسط است و بافت خاک تمام قطعات نمونه بر اساس روش طبقه‌بندی یونیفاید CL (رس با حدروانی پایین) بدست آمد (جدول ۴ و ۵).

خصوصیات شیمیایی خاک شامل pH، EC، ازت، فسفر، پتاسیم، کربنات کلسیم و کربن آلی از عمق ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متری (۹،۲) و برای تعیین خصوصیات مکانیکی خاک شامل حد روانی و خمیری و خصوصیات فیزیکی خاک شامل تعیین بافت خاک به روش یونیفاید (USCS) از عمق ۴۰ تا ۵۰ سانتی‌متری (۸)، نمونه خاک از هر قطعه نمونه برداشت شد. در روش یونیفاید خاک‌ها به دو گروه درشت دانه و ریزدانه تقسیم می‌شوند که ذرات با قطر بیش از ۰/۷۵ میلی‌متر را درشت دانه و ذرات با کمتر از این قطر را ریزدانه می‌گویند که خاک‌های درشت دانه خود به دو گروه شن (G) و ماسه (S) و ریزدانه‌ها نیز به دو گروه رس (C) و لای (M) تقسیم می‌شوند (۱۵). برای تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه مشخصه‌های موردنظر (میانگین شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی و مقایسه خصوصیات شیمیایی خاک) در دو منطقه مورد مطالعه پس از حصول اطمینان از نرمال بودن داده‌ها (آزمون کولموگروف اسمیرنوف) و همگنی واریانس‌ها (آزمون لون) از آزمون پارامتری *t* مستقل (independent sample T test) در محیط نرم‌افزار SPSS 17 استفاده شد.

نتایج و بحث

در دو منطقه مورد مطالعه ۱۹ گونه علفی در منطقه شاهد و ۱۸ گونه در منطقه لغزشی متعلق به ۱۸ جنس و ۱۵ خانواده وجود داشت. خانواده‌های *Poaceae*، *Rosaceae*،

جدول ۱- فهرست گونه‌های علفی موجود در منطقه لغزشی تثبیت شده و شاهد

Table 1. List of herbaceous species in stabilized and control area

| نام علمی | منطقه شاهد | منطقه لغزشی تثبیت شده |
|--|------------|-----------------------|
| <i>Rubus sp.</i> | + | + |
| <i>Athyrium filix-femina (L) Roth</i> | + | + |
| <i>Dryopteris affinis (Lowe) Fraser-Jenk.</i> | + | + |
| <i>Oplismenus undulatifolius P. Beauv.</i> | + | + |
| <i>Circea luteitana L.</i> | + | + |
| <i>Carex pendula Huds.</i> | + | + |
| <i>Euphorbia amygdaloides L.</i> | + | + |
| <i>Brachypodium sylvaticum (Huds.) P. beauv.</i> | + | + |
| <i>Viola sylvestris Lam</i> | + | + |
| <i>Carex remota L.</i> | + | + |
| <i>Urtica dioica L.</i> | + | + |
| <i>Pteris cretica L.</i> | + | + |
| <i>Solanum kieseritzky C.A.M.</i> | + | + |
| <i>Hypericum androsaemum L.</i> | + | + |
| <i>Phyllitis scolopendrium (L.) Newm.</i> | + | + |
| <i>Scutellaria tournefortii Benth.</i> | + | + |
| <i>Hedera pastuchovii Woron. Ex Grossh</i> | + | + |
| <i>Geum urbanum L.</i> | + | + |
| <i>Mentha longifolia (L.) Huds.</i> | + | - |

جدول ۲- مقایسه شاخص‌های تنوع زیستی، غنا و یکنواختی (میانگین \pm انحراف معیار) در منطقه لغزشی تثبیت شده و شاهد

Table 2. Comparison of average biodiversity, richness and uniformity indices in stabilized and control area

| منطقه شاهد | منطقه لغزشی تثبیت شده | معنی‌داری |
|-----------------|-----------------------|---------------------|
| ۱/۴۸±۰/۲۴ | ۱/۶۲±۰/۲۹ | ۰/۲۸۵ ^{ns} |
| تنوع شانون وینر | | |
| ۰/۶۶±۰/۱۴ | ۰/۷۶±۰/۰۸ | ۰/۰۷۶ ^{ns} |
| تنوع سیمسون | | |
| ۱/۴۳±۰/۳۴ | ۱/۲۷±۰/۰۴ | ۰/۳۴۷ ^{ns} |
| غنای مارگالف | | |
| ۰/۷۳±۰/۱۴ | ۰/۶۸±۰/۱۹ | ۰/۵۲۶ ^{ns} |
| غنای منهنیک | | |
| ۰/۷۳±۰/۰۸ | ۰/۸۶±۰/۰۵ | ۰/۰۱* |
| یکنواختی پیلو | | |
| ۰/۵۹±۰/۱۱ | ۰/۷۷±۰/۰۸ | ۰/۰۱* |
| یکنواختی شلدون | | |

*: اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد، ns: عدم اختلاف معنی‌دار

جدول ۳- مقایسه خصوصیات شیمیایی خاک (میانگین \pm انحراف معیار) منطقه لغزشی تثبیت شده و شاهد
Table 3. Comparison of the average chemical properties of the stabilized area and the control

| معنی‌داری | منطقه لغزشی تثبیت شده | منطقه شاهد | |
|---------------------|-----------------------|-----------------|--|
| ۰/۱۱۳ ^{ns} | ۶/۰۲ \pm ۰/۵۳ | ۰/۴۹ \pm ۰/۴۱ | pH |
| ۰/۶۴۶ ^{ns} | ۰/۰۹ \pm ۰/۰۳ | ۰/۰۸ \pm ۰/۰۵ | (dS/cm) EC |
| ۰/۷۵۱ ^{ns} | ۰/۹۸ \pm ۰/۱۸ | ۱/۰۵ \pm ۰/۳۲ | درصد ماده آلی (% OC) |
| ۰/۵۸۴ ^{ns} | ۲۸۸ \pm ۳۲/۹۳ | ۲۷۶ \pm ۵۹/۴۷ | پتاسیم K (ppm) |
| ۰/۲۵۱ ^{ns} | ۱/۹۱ \pm ۰/۴۳ | ۲/۱۲ \pm ۰/۳۳ | درصد کربنات کلسیم % CaCO ₃ |
| ۰/۳۷۷ ^{ns} | ۰/۰۸ \pm ۰/۲۱ | ۰/۰۷ \pm ۰/۳۱ | درصد ازت % N |
| ۰/۶۵۸ ^{ns} | ۲/۷۶ \pm ۰/۹۲ | ۲/۵۷ \pm ۰/۹۴ | درصد فسفر % P |

ns: عدم تفاوت معنی‌دار

جدول ۴- مشخصات حدود اتربرگ و بافت خاک قطعات نمونه منطقه لغزشی تثبیت شده
Table 4. Specifications of the Atterberg and Soil texture of sample parts of the stabilized area

| بافت خاک | درصد درشت دانه | درصد ریزدانه | نمایه خمیری | حد خمیری | حد روانی | قطعه نمونه |
|----------|----------------|--------------|-------------|----------|----------|------------|
| لومی رسی | ۵/۶۷ | ۹۴/۳۳ | ۱۳/۱ | ۲۹/۹۴ | ۴۳ | ۱ |
| لومی رسی | ۱۱/۱۳ | ۸۸/۸۷ | ۱۳/۰۶ | ۲۹/۹۴ | ۴۳ | ۲ |
| لومی رسی | ۹/۴۸ | ۹۰/۵۲ | ۱۴/۱۱ | ۲۹/۰۹ | ۴۳/۲ | ۳ |
| لومی رسی | ۹/۰۲ | ۹۰/۹۸ | ۱۵/۰۶ | ۲۷/۸۴ | ۴۲/۹ | ۴ |
| لومی رسی | ۴/۹۱ | ۹۵/۰۹ | ۱۴/۶۳ | ۲۸/۲۷ | ۴۲/۹ | ۵ |
| لومی رسی | ۳/۷۲ | ۹۶/۲۸ | ۱۵/۷۱ | ۲۶/۴۹ | ۴۲/۲ | ۶ |
| لومی رسی | ۸/۸۵ | ۹۱/۱۵ | ۱۴/۸ | ۲۸ | ۴۲/۸ | ۷ |
| لومی رسی | ۹/۲۴ | ۹۰/۷۶ | ۱۳/۷۱ | ۲۸/۳۹ | ۴۲/۱ | ۸ |
| لومی رسی | ۷/۲۵ | ۹۲/۷۵ | ۱۵/۲۸ | ۲۶/۹۲ | ۴۲/۲ | ۹ |
| لومی رسی | ۶/۹۹ | ۹۳/۰۱ | ۱۴/۵۸ | ۲۹/۳۲ | ۴۳/۹ | ۱۰ |

جدول ۵- مشخصات حدود اتربرگ و بافت خاک قطعات نمونه منطقه شاهد
Table 5. Specifications of Atterberg and Soil texture of sample parts of the control area

| بافت خاک | درصد درشت دانه | درصد ریزدانه | نمایه خمیری | حد خمیری | حد روانی | قطعه نمونه |
|----------|----------------|--------------|-------------|----------|----------|------------|
| لومی رسی | ۱۱/۰۴ | ۸۸/۹۶ | ۱۳/۹۱ | ۲۹/۰۹ | ۴۳ | ۱ |
| لومی رسی | ۶/۴۷ | ۹۳/۵۳ | ۱۲/۴۴ | ۳۰/۰۶ | ۴۲/۵ | ۲ |
| لومی رسی | ۷/۴۴ | ۹۲/۵۶ | ۱۲/۵۶ | ۳۰/۶۴ | ۴۲/۲ | ۳ |
| لومی رسی | ۹/۲۲ | ۹۰/۷۸ | ۱۳/۴۷ | ۲۹/۵۳ | ۴۳ | ۴ |
| لومی رسی | ۸/۲۵ | ۶۱/۶۵ | ۱۲/۲ | ۳۰/۸۰ | ۴۳ | ۵ |
| لومی رسی | ۸/۲۸ | ۹۱/۷۲ | ۱۲/۴۵ | ۳۰/۰۵ | ۴۲/۵ | ۶ |
| لومی رسی | ۸/۷۳ | ۹۱/۲۷ | ۱۳/۱۱ | ۲۵/۸۹ | ۳۹ | ۷ |
| لومی رسی | ۷/۱۷ | ۹۲/۸۳ | ۱۳/۱ | ۳۰/۴ | ۴۲/۵ | ۸ |
| لومی رسی | ۱۵/۲ | ۸۴/۸ | ۱۳/۹۷ | ۲۹/۰۳ | ۴۳ | ۹ |
| لومی رسی | ۹/۸۳ | ۹۰/۱۷ | ۱۳/۵۶ | ۲۷/۹۴ | ۴۱/۵ | ۱۰ |

وینر از صفر برای جوامع تنها با یک گونه و مقادیر بالا برای جوامع با گونه‌های زیاد تغییر می‌کند که در این مطالعه مقدار میانگین این شاخص در منطقه شاهد ۱/۴۸ و در منطقه لغزشی تثبیت شده ۱/۶۲ بود (جدول ۲). نتایج آزمون t مستقل نشان داد که بین شاخص‌های تنوع شانون وینر و سیمسون و غنای مارگالف و منهنیک در دو منطقه مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، اما بین شاخص‌های یکنواختی پیلو و شلدون در دو منطقه مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۲) که با نتایج محمدپور و همکاران (۱۲) و زیبا صید و همکاران (۲۱) که دو منطقه بهره‌برداری شده و بهره‌برداری نشده را مقایسه کردند همخوانی دارد. یکی از موارد مهم در اکولوژی لغزش مدت زمان طولانی است که طول می‌کشد

شاخص غنای گونه‌ای مارگالف گویای وضعیت محیط از لحاظ شرایط مناسب زیست آن‌ها می‌باشد. زیرا شرایط مطلوب محیطی موجب افزایش حضور گونه‌ها می‌گردد و امکان مقایسه زیستگاه‌های مشابه در نقاط مختلف را فراهم می‌سازد (۱). در این مطالعه میانگین شاخص غنای مارگالف و منهنیک در منطقه لغزشی تثبیت شده به ترتیب برابر با ۱/۲۷ و ۰/۶۸ و در منطقه شاهد به ترتیب برابر با ۱/۴۳ و ۰/۷۳ بود (جدول ۲). میانگین شاخص تنوع سیمسون در منطقه شاهد ۰/۶۶ و در منطقه لغزشی تثبیت شده ۰/۷۶ برآورد شد (جدول ۲). شاخص تنوع سیمسون بین صفر و یک تغییر می‌کند و هرچه این شاخص به صفر نزدیک‌تر باشد، تنوع گونه‌ای پایین‌تر است (۴). مقادیر شاخص تنوع زیستی شانون

معنی‌دار حدروانی و خمیری خاک در منطقه لغزشی پیچ صنوبر نسبت به سال‌های اولیه وقوع لغزش (۲۰ سال قبل) است که نشان‌دهنده بهبود خصوصیات مکانیکی خاک منطقه لغزشی بعد از ۲۰ سال است و می‌توان گفت که یکی از دلایل بازسازی پوشش گیاهی در منطقه لغزشی و بازگشت آن به شرایط اولیه قبل از وقوع لغزش می‌باشد.

به‌طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که منطقه لغزشی پیچ صنوبر بعد از حدود ۲۰ سال از نظر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و مکانیکی خاک و تنوع زیستی علفی به حالت اولیه برگشته است و در مقایسه با منطقه مجاور خود فاقد اختلاف معنی‌داری است. نظر می‌رسد یکی از دلایل این امر می‌تواند ناشی از برگشت این منطقه بعد از گذشت دو دهه به حالت اولیه باشد. تغییر مسیرجاده در منطقه پیچ صنوبر در سال ۱۹۹۴ و غیر قابل استفاده شدن این قسمت از جاده باشد زیرا در مطالعات زیادی احداث جاده به عنوان یک عامل موثر در وقوع زمین لغزش نام برده شده است. همچنین کاشت درختان توسکا و رشد درختان توسکا به صورت طبیعی بعد از وقوع زمین لغزش در منطقه موردنظر، می‌تواند به‌عنوان یک عامل افزایش تنوع گونه‌ای و بهبود خصوصیات خاک و در نتیجه بازگشت ویژگی‌های خاک و تنوع زیستی علفی منطقه به حالت اولیه باشد. زیرا توسکا می‌تواند خاک را زهکشی کند، چون از یک طرف قادر است در نتیجه نیاز زیاد به آب و مصرف بالای آن آب موجود در خاک را بیشتر مورد استفاده قرار داده و از طرفی دیگر می‌تواند ریشه‌های خود را در قسمت‌های سفت و سخت خاک نفوذ داده و باعث تهویه بهتر خاک گردد (۱۰). توسکا در مناطق باز و اطراف جاده‌ها و روی خاک‌های واریزه‌ای می‌روید و از طریق تثبیت ازت به تدریج شرایط را برای حضور سایر گونه‌ها در مراحل بعدی توالی فراهم می‌سازد (۱۷). بنابراین می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که بازیابی خصوصیات خاک و پوشش گیاهی در مناطق لغزشی به حالت اولیه قبل از وقوع لغزش بستگی به عوامل زیادی دارد و برای هر منطقه می‌تواند متفاوت باشد که در این منطقه خصوصیات فیزیکی شیمیایی و مکانیکی خاک بعد از گذشت دو دهه به حالت اولیه قبل از وقوع لغزش برگشته است. در انتها پیشنهاد می‌شود که مطالعات بیشتری در این زمینه انجام شود و وضعیت گونه‌های گیاهی و خصوصیات خاک در طول توالی‌های ایجاد شده توسط زمین لغزش‌ها به طور کامل بررسی شود.

ویژگی‌های خاک و پوشش گیاهی زمین لغزش به حالت اولیه یعنی قبل از وقوع لغزش برگردد. شرایط دقیق قبل از زمین لغزش ممکن است به دلیل تغییرات پیچیده خاک که به طور همزمان الگوهای موجودات زنده را تغییر می‌دهد و فرآیندهایی که زمین لغزش‌ها دنبال می‌کنند قابل درک نباشد. زیرا نیاز به بررسی و ارزیابی بلند مدت زمین لغزش‌ها (حداقل چند دهه و شاید چندین قرن) دارد که به صورت دقیق بررسی شود که چند سال زمان نیاز است که ویژگی‌های خاک و پوشش گیاهی زمین لغزش به حالت قبل از وقوع لغزش برگردد (۲۳). نتایج مقایسه خصوصیات شیمیایی خاک نشان داد که بین منطقه لغزشی تثبیت‌شده و بدون لغزش از نظر خصوصیات شیمیایی خاک اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۳) که با نتایج واردی کولائی (۲۲) همخوانی دارد که نتیجه‌گیری کرد که با گذشت ۲۵ سال از احداث جاده، ۱۵ سال از توده جنگل‌کاری و ۴۰ سال از توده لغزشی، اختلاف معنی‌داری بین خصوصیات شیمیایی خاک در توده‌های مورد مطالعه دیده نشده است. در زمین لغزش‌های پورتوریکو، مقدار نیتروژن کل خاک، پتاسیم، فسفر و منیزیم حدود ۵۵ سال طول کشید که به حالت اولیه برگردد (۲۴). در جنگل‌های مرطوب بلوط در هند فسفر خاک حدود ۶۰-۴۰ سال و کربن خاک حدود ۴۰-۳۵ سال طول کشید که به حالت اولیه یعنی قبل از وقوع لغزش برگردد (۱۶،۱۳). اما مقدار نیتروژن کل خاک در زمان طولانی‌تری بین ۴۰ سال (۱۳) تا ۱۲۰ سال (۱۶) طول کشید که به حالت اولیه قبل از وقوع لغزش برگردد. اما در جنگل کاج معتدله در مناطق مرکزی هند، کربن و فسفر خاک حداقل ۲۵ سال و نیتروژن خاک بیش از ۲۵ سال طول کشید تا به حالت اولیه برگردد (۱۶). بنابراین می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که عوامل زیادی می‌تواند توسعه خاک و بازیابی پوشش گیاهی را در مناطق لغزشی تحت تاثیر قرار دهد که به شرایط خاص هر رویشگاه بستگی دارد و نمی‌تواند یک زمان مشخصی را مطرح نمود. نتایج بررسی بافت خاک و حدود اتربرگ نشان داد که میانگین حدروانی و خمیری خاک در منطقه لغزشی تثبیت شده به ترتیب برابر با ۴۲/۷۸ و ۲۹/۳۴ و ۲۸/۴۲ و در منطقه شاهد به ترتیب برابر با ۴۲/۴۲ و ۴۴/۴۳ است (جدول ۴ و ۵). حسینی (۸) پدیده زمین لغزش را در پیچ صنوبر در جنگل خیرود بررسی کرد نتایج ایشان نشان داد که میانگین حدروانی و حد خمیری خاک در پروفیل‌های لغزشی به ترتیب ۷۳/۲ و ۴۴/۴۳ است. نتایج ما نشان‌دهنده کاهش

منابع

1. Ardakani, M. 2012. Ecology. Fourteenth Edition. University of Tehran Press (UTP), 340 pp (In Persian).
2. Asadiyan, M., S.M. Hojati, M.R. Pormajidian and A. Fallah. 2012. Biodiversity and soil properties in Pine (*Pinus nigra* Arnold.) and Ash (*Fraxinus excelsior* L.) plantations (Case study: Alandan Forest, Sari), Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 2(2): 299-312 (In Persian).
3. Bazaryi, M., H. Jalilvand, Y. Kooch and S.A. Hosseini. 2014. Ecological Effects of Forest Roads on Biodiversity and Floristic Composition (Case Study; Leeresar, Galanderood, Makarood). Journal of Plant Research, 27(1): 41-51 (In Persian).
4. Ejtehadi, H., A. Sepehry and H. Akkafi. 2012. Methods of Measuring Biodiversity. Second Edition. Ferdowsi University of Mashhad Press (FUMP), 226 pp (In Persian).
5. Esmailzadeh, O., S.M. Hosseini, H. Asadi, P. Ghadiripour and A. Ahmadi. 2012. Plant biodiversity in relation to physiographical factors in Afratakhteh Yew (*Taxus baccata* L.) Habitat, NE Iran. *Journal of Plant Biology*, 4(12): 1-12 (In Persian).
6. Geertsema, M. and J. J. Pojar, 2007. Influence of landslides on biophysical diversity—a perspective from British Columbia. *Geomorphology*, 89(1-2): 55-69.
7. Ghasemi Aghbash, F. and B. Maleki. 2015. Ecological Effects of Forest Road on Some Growth and Edaphic Variables in *Amygdalus scoparia* Forest Reserve, Dehloran-ZarinAbaad. *Ecology of Iranian Forests*, 3(6): 1-8 (In Persian).
8. Hosseini, S.A. 1994. Study of Landslide Phenomenon in Mountainous Forest Roads. Forestry MSc Thesis. Tarbiat Modarres University. Faculty of Natural Resources, 98 pp (In Persian).
9. Kooch, Y., S.M. Hosseini, H. Jalilvand and A. Fallah. 2011. Biodiversity of Environmental Units with Respect to Some Soil Characteristics in the Hornbeam Forest Ecosystem, *ENVIRONMENTAL SCIENCES*, 8(1): 135-150 (In Persian).
10. Marvi Mohajer, M.R. 2011. Third Edition. Silviculture. University of Tehran Press, 418 pp (In Persian).
11. Mesdaghi, M. 2013. Plant ecology. Second edition. Jahad Daneshgahi Publications, 183 pp (In Persian).
12. Mohammadpour, F., S.M. Hojati, A. Fallah and M. Asadian. 2015. The Effects of Forest Management on Biodiversity (Case Study: Nowdeh District, Mazandaran wood & paper forestry plan, Sari County), The National Conference of Engineering and Management of Agriculture. Environment and Sustainable Natural Resources. Tehran, 11 pp (In Persian).
13. Pandey, A.N. and J.S. Singh. 1985. Mechanisms of ecosystem recovery: A case study from Kumaun Himalaya. *Recreation and Revegetation Research*, 3: 271-292.
14. Patom Forest Management Plan. 1994. The third revision of Patom district of Research and Education Forest of Faculty of Natural Resources. University of Tehran, 100 pp (In Persian).
15. Rahimi, H. 2015. Soil Mechanic, Science and Technique Press, 624 pp (In Persian).
16. Reddy, V.S. and J.S. Singh. 1993. Changes in Vegetation and Soil during Succession Following Landslide Disturbance in the Central Himalaya. *Journal of Environmental Management*, 39(4): 235-250.
17. Sabeti, H. 1994. Forests, Trees and Shrubs of Iran. Yazd University Press, 810 pp (In Persian).
18. Sarikhani, N. and M. Gorji. 2003. Possibilities of Stabilizing Landslide and Mass Movement in forest roads (Case Study: Kheyroud Kenar Forest as a Scientific Model). *Iranian Journal of Natuarl Resources*, 56(2): 29-37 (In Persian).
19. Sassa, K. and P. Canuti. 2009. Landslides- Disaster Risk Reduction, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. XVIII. 650 pp.
20. Schuster, R.L. and L.M. Highland. 2007. Overview of the Effects of Mass Wasting the Natural Environment. *Environmental and Engineering Geoscience*, 13(1): 25-44.
21. Seyd, S.Z., M.H. Moayeri and J. Mohammadi. 2016. Comparison of tree species diversity in the beech managed (selection cutting) and unmanaged forest stands (Case study: Shastkalateh Forest-Gorgan). *Journal of Plant Research*, 28(4): 784-793 (In Persian).
22. Varedi Koolaei, S.M. 2011. Comparison of Regeneration, Diversity of Understory Vegetation Cover and some of the Soil Factors in Afforestation and Land sliding Areas of Alder Stands with adjacent Forests (Case study: district No. 1 in Darab Kola forest), Master thesis of Forestry. Faculty of Natural Recourse. Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University. 108 pp (In Persian).
23. Walker, L.R. and A.B. Shiels. 2012. Landslide Ecology. Cambridge University Press, 314 pp.
24. Zarin, D.J. and A.H. Johnson. 1995. Nutrient Accumulation during Primary Succession in a Mountain Tropical Forest, Puerto Rico. *Soil Science Society of America Journal*, 59(5): 1444-1452.

**Comparison of Stabilized Sliding and Control Area based on Herbaceous Biodiversity and some Soil Properties
(Case Study: Patom District, Kheyroud Forest)**

Mohsen Gorgandipour¹, Seyed Ataollah Hosseini², Ehsan Abdi³ and Ghavamodin Zahedi Amiri⁴

1- Graduated M.Sc. Student of Forest Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Tehran
2- Professor, Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran
(Corresponding Author: at.hosseini@ut.ac.ir)
3 and 4- Associate Professor and Professor, Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran
Received: September 2, 2017 Accepted: February 3, 2018

Abstract

Landslides caused many ecological processes at landscape to local scales, including the ecological succession processes. The landslides geological characteristics and their management as physical risks are truly documented but the ecological processes that are caused by landslides and their relations to efforts to restore stability to unstable slopes, have not been well studied. In this study, soil mechanical, physical and chemical properties and herbaceous biodiversity of stabilized sliding area in Kheyroud Forest were compared to adjacent non-slide area. To study the properties of soil and herbaceous biodiversity in two areas were used 2×2 m plots. Past software was used to calculate biodiversity indexes and independent t-test in spss was used in order to compare biodiversity indexed and soil. No significant difference was found between soil chemical characteristics and herbaceous diversity in two areas. Results of soil mechanical properties showed that soil of the areas is fine-grained and clay loam (CL). Results generally showed that stabilized sliding area has returned to the original state before the landslide in terms of soil mechanical, physical and chemical properties after about two decades. It seems that in such areas it can be expected that the conditions of biodiversity of the grass are meaningless, and finally, by closing or redirecting the marginal slopes, some soil characteristics can be restored to the proper condition.

Keywords: Landslide, Herbaceous biodiversity, Soil properties, PAST, Kheyroud Forest