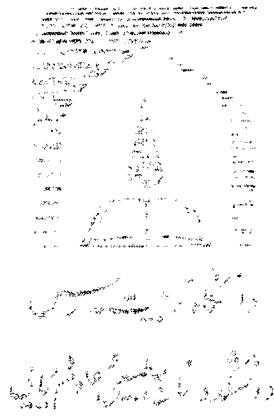


۱۸۳۱

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۱۰۲۸۲۶



۱۸۷

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد مهندسی جنگلداری

ارزیابی میزان تخریب خاک جنگل توسط اسکیدر HSM ۹۰۴

احمد سلگی

استاد راهنما:

دکتر اکبر نجفی

اداره اطلاعات و ارتباطات
کتابخانه مرکزی
کابل

دی ۱۳۸۶

۱۳۸۷ / ۰۵ / ۲۵

۱۵۲۸۴۶

تأییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیئت داوران نسخه نهائی پایان نامه آقای احمد سلگی

تحت عنوان: ارزیابی میزان تخریب خاک جنگل توسط اسکیدر ۹۰۴ HSM

را از نظر فرم و محتوی بررسی نموده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد پیشنهاد می کنند.

اعضای هیات داوران نام و نام خانوادگی رتبه علمی امضا

۱- استاد راهنما

دکتر اکبر نجفی

استادیار

امضا

۲- استاد مشاور

دکتر سید حمیدرضا صادقی

دانشیار

امضا

۳- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی

دکتر مسلم اکبری نیا

دانشیار

امضا

۴- استاد ناظر

دکتر رامین نقدی

استادیار

۵- استاد ناظر

دکتر سید محسن حسینی

دانشیار

امضا

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده (۱) در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) های خود، مراتب را قبلاً به مرکز نشر دانشگاه اطلاع دهد.

ماده (۲) در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

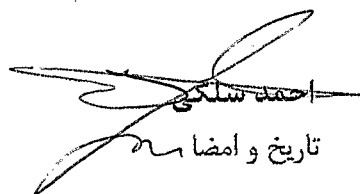
((کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده در رشته جنگلداری است که در سال ۱۳۸۶ در دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور به راهنمایی جناب آقای دکتر اکبر نجفی و مشاوره استاد محترم آقای دکتر سید حمید رضا صادقی از آن دفاع شده است.))

ماده (۳) به منظور جبران بخشی از هزینه های نشریات دانشگاه تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به مرکز نشر دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده (۴) در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه نماید.

ماده (۵) دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند، به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده (۶) اینجناب احمد سلگی دانشجوی رشته جنگلداری در مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.


تاریخ و امضا



دانشگاه سوات
موسسه تحقیقات کشاورزی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد مهندسی جنگلداری

ارزیابی میزان تخریب خاک جنگل توسط اسکیدر HSM ۹۰۴

احمد سلگی

استاد راهنما:

دکتر اکبر نجفی

استاد مشاور:

دکتر سید حمیدرضا صادقی

دی ۱۳۸۶

تشکر و قدردانی

پس از حمد و ستایش پروردگار متعال که توفیق تدوین این تحقیق را اعطا نموده است، بدینوسیله از تمامی عزیزانی که در اجرای این تحقیق همکاری نموده‌اند، قدردانی می‌گردد:

• استاد راهنمای محترم جناب آقای دکتر اکبر نجفی که در انجام این تحقیق مرا یاری نموده و در همه شرایط پذیرای اینجانب بودند.

• از استاد محترم مشاور جناب آقای دکتر سید حمید رضا صادقی،

• از اساتید ناظر آقای دکتر سید محسن حسینی و آقای دکتر رامین نقدی،

• از مدیر محترم گروه جنگلداری آقای دکتر مسلم اکبری نیا،

• آقای دکتر هاشم حبشی،

• آقایان مهندس سهرابی، علی عرب، رضایی پور، مصطفی زاده، جمشیدی، آزادی نجات، محمدی،

داودی و صادق پور که در انجام این تحقیق مرا یاری نمودند

هدف از این مطالعه ارزیابی اثرات تردد اسکیدر ۹۰۴ HSM و شیب مسیر چوبکشی بر تخریب خاک بود. ترکیبی از چهار سطح از تردد (۳، ۷، ۱۴ و ۲۰ تردد) و سه طبقه از شیب طولی مسیر (>۱۰٪، ۱۰-۲۰٪ و <۲۰٪) در سه تکرار تیمارهای مورد مطالعه را تشکیل می‌دادند. نتایج نشان داد که وزن مخصوص، تخلخل، ظرفیت رطوبتی، شیار شدن، جابجایی عمودی، رواناب و هدررفت خاک تحت تاثیر تعداد تردد و شیب طولی مسیر چوبکشی هستند. وزن مخصوص در تردد ۱۴ به حد بحرانی خود می‌رسد به طوری که وقتی تعداد تردد از ۱۴ به ۲۰ افزایش می‌یابد، تغییر ایجاد شده در وزن مخصوص بسیار جزئی است. مجموع تخلخل و ظرفیت رطوبتی پس از چوبکشی به ترتیب ۳۱ و ۴۴٫۵٪ کاهش می‌یابند. در مسیر چوبکشی با سه تردد اسکیدر زمانی که شیب به ۲۰٪ افزایش می‌یابد کاهش تخلخل و ظرفیت رطوبتی به ترتیب ۱۵ و ۱۹٪ بیش‌تر از مقادیر مربوط به همان تعداد تردد در شیب کم‌تر از ۱۰٪ می‌باشد. شیار شدن از تردد ۱۴ شروع شده و عمق آن با افزایش شیب افزایش می‌یابد. جابجایی عمودی خاک از تردد ۷ شروع شده و با افزایش تردد و شیب افزایش می‌یابد. تولید رواناب و رسوب تحت تاثیر تردد و شیب بوده و اثر متقابل بین تردد و شیب نیز معنی‌دار است. حجم رواناب و رسوب تولیدی در تردد ۱۴ و شیب بیش از ۲۰٪ بیش‌ترین مقدار و در تردد ۳ و شیب کم‌تر از ۱۰٪ کم‌ترین مقدار را دارا بودند. این در حالی است که بخش دست نخورده فاقد رواناب و رسوب بود. نتایج نشان داد که در طول چوبکشی کلاسه‌های شیب طولی بالا دارای اثر بسیار زیادی بر تخریب خاک هستند.

کلمات کلیدی: اسکیدر ۹۰۴ HSM، تخریب خاک جنگل، وزن مخصوص خاک، جابجایی

خاک، ظرفیت رطوبتی خاک، شیار شدن خاک، رسوب

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمه و کلیات
۲	۱-۱ مقدمه
۴	۲-۱ کلیات
۴	۱-۲-۱ کوبیدگی
۵	۲-۲-۱ جابجایی
۶	۳-۲-۱ شیاری شدن
۶	۴-۲-۱ فرسایش
۷	۵-۲-۱ حساسیت پذیری خاکهای جنگل به کوبیدگی
۹	فصل دوم: سابقه تحقیق
۱۰	۱-۲ مطالعات انجام شده در خارج از کشور
۲۱	۲-۲ تحقیقات انجام شده در داخل کشور
۲۴	فصل سوم: مواد و روشها
۲۵	۱-۳ منطقه مورد مطالعه
۲۵	۱-۱-۳ موقعیت جغرافیایی
۲۵	۲-۱-۳ تشریح پارسل مورد مطالعه
۲۷	۳-۱-۳ وضعیت آب و هوایی و اقلیم شناسی سری امره
۲۷	۴-۱-۳ زمین شناسی و دیرینه شناسی سری امره
۲۷	۵-۱-۳ مشخصات خاکشناسی سری امره
۲۷	۲-۳ روش تحقیق
۲۷	۱-۲-۳ استقرار سامانه سنجش
۳۲	۲-۲-۳ روش تجزیه و تحلیل دادهها
۳۴	فصل چهارم: نتایج
۳۵	۱-۴ اثر تردد اسکیدر و شیب طولی مسیر بر تغییرات وزن مخصوص ظاهری خاک
۳۸	۲-۴ اثر تردد اسکیدر و شیب طولی مسیر چوبکشی بر مجموع تخلخل خاک
۴۰	۳-۴ اثر تردد اسکیدر و شیب طولی مسیر چوبکشی بر میزان رطوبت خاک
۴۳	۴-۴ اثر تردد اسکیدر و شیب طولی مسیر چوبکشی بر شیاری شدن خاک
۴۴	۵-۴ اثر تردد اسکیدر و شیب طولی مسیر چوبکشی بر جابجایی عمودی خاک
۴۶	۶-۴ اثر تردد اسکیدر و شیب طولی مسیر چوبکشی بر تولید رواناب
۴۸	۷-۴ اثر تردد اسکیدر و شیب طولی مسیر چوبکشی بر هدررفت خاک
۵۰	فصل پنجم: بحث، نتیجه گیری و پیشنهادها
۵۰	۱-۵ بحث

۵۰	۱-۱-۵ کوبیدگی خاک
۵۴	۲-۱-۵ کاهش تخلخل خاک
۵۷	۳-۱-۵ ظرفیت رطوبتی خاک
۵۸	۴-۱-۵ شیاری شدن خاک
۵۹	۵-۱-۵ جابجایی عمودی خاک
۶۰	۶-۱-۵ تولید رواناب و هدررفت خاک
۶۲	۲-۵ نتیجه گیری کلی
۶۳	۳-۵ پیشنهادات
۶۳	۱-۳-۵ پیشنهادهای اجرایی
۶۴	۲-۳-۵ پیشنهادهای پژوهشی
۶۵	منابع

فهرست جداول

صفحه

عنوان

۳۷	جدول ۱-۴ نتایج تجزیه واریانس دو طرفه مقادیر وزن مخصوص ظاهری خاک در مسیرهای چوبکشی
۳۹	جدول ۲-۴ روند تغییرات وزن مخصوص ظاهری در ترددهای مختلف با افزایش درصد شیب
۴۰	جدول ۳-۴ نتایج تجزیه واریانس دو طرفه مقادیر مجموع تخلخل خاک در مسیرهای چوبکشی
۴۲	جدول ۴-۴ وضعیت کاهش مجموع تخلخل خاک با افزایش شیب در طبقات مختلف تردد
۴۳	جدول ۵-۴ نتایج تجزیه واریانس دو طرفه مقادیر رطوبت وزنی خاک در مسیرهای چوبکشی
۴۵	جدول ۶-۴ روند تغییرات رطوبت خاک با افزایش شیب طولی مسیر در ترددهای مختلف
۴۶	جدول ۷-۴ نتایج تجزیه واریانس دو طرفه مقادیر جابجایی عمودی خاک در مسیرهای چوبکشی
۴۷	جدول ۸-۴ نتایج تجزیه واریانس دو طرفه رواناب تولیدی در مسیرهای چوبکشی
۴۸	جدول ۹-۴ نتایج تجزیه واریانس دو طرفه مقادیر هدرفت خاک در مسیرهای چوبکشی
۵۰	جدول ۱۰-۴ داده‌های رواناب و رسوب در تی‌مارهای مختلف

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۲۸	شکل ۳-۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه
۳۳	شکل ۳-۲ روش نمونه برداری در پلات
۳۴	شکل ۳-۳ پلات جمع آوری رواناب و رسوب و بخشهای مختلف آن
۳۴	شکل ۳-۴ اندازه گیری عمق شیار و جابجایی عمودی خاک در حوزه آبخیز جنگلی امره
۳۸	شکل ۴-۱ میانگین وزن مخصوص ظاهری خاک مسیر چوبکشی در تردهای مختلف
۳۸	شکل ۴-۲ روند تغییرات وزن مخصوص ظاهری در شیبهای مختلف در تعداد تردهای مختلف
۳۹	شکل ۴-۳ روند تغییرات وزن مخصوص ظاهری در شیبهای مختلف طولی مسیر چوبکشی
۴۱	شکل ۴-۴ روند تغییرات مجموع تخلخل خاک در تردهای مختلف
۴۱	شکل ۴-۵ روند تغییرات مجموع تخلخل خاک با افزایش تعداد ترده در شیبهای مختلف
۴۲	شکل ۴-۶ وضعیت کاهش مجموع تخلخل خاک با افزایش شیب
۴۳	شکل ۴-۷ روند تغییرات رطوبت وزنی خاک با افزایش تعداد ترده در شیبهای مختلف
۴۴	شکل ۴-۸ روند تغییرات رطوبت وزنی خاک با افزایش ترده در شیبهای طولی مختلف
۴۴	شکل ۴-۹ روند تغییرات رطوبت وزنی خاک با افزایش شیب طولی مسیر
۴۵	شکل ۴-۱۰ افزایش عمق شیار با افزایش شیب در ترده ۱۴
۴۷	شکل ۴-۱۱ میزان جابجایی عمودی خاک در تردهای ۷ و ۱۴
۴۷	شکل ۴-۱۲ بررسی میزان جابجایی عمودی خاک با افزایش شیب در تردهای ۷ و ۱۴
۴۸	شکل ۴-۱۳ جابجایی عمودی خاک در شیبهای طولی مختلف مسیر چوبکشی
۴۸	شکل ۴-۱۴ میزان جابجایی عمودی خاک با افزایش شیب در تردهای ۷ و ۱۴
۴۹	شکل ۴-۱۵ میزان رواناب تولید شده در تیمارهای مختلف
۵۱	شکل ۴-۱۶ میزان هدررفت خاک در تیمارهای مختلف

فصل اول

مقدمه و کلیات

کشور ایران علی‌رغم وسعت زیاد در زمره کشورهای با سطح کم جنگل در دنیا محسوب می‌شود به‌طوری‌که امروزه بخشی از نیاز چوبی خود را از طریق واردات تأمین می‌نماید. تنها بخش کوچکی از این سرزمین (جنگل‌های شمال) پوشیده از جنگل‌های تجاری بوده که قسمتی از نیازهای چوبی کشور توسط این جنگل‌ها برآورده می‌شود. تقریباً تمامی گرده‌بینه‌های بهره‌برداری شده توسط چوبکش‌های زمینی از عرصه‌های جنگلی شمال کشور خارج می‌شوند. در واقع می‌توان گفت چوبکشی زمینی^۱ معمول-ترین روش مورد استفاده برای خروج چوب است (Wasterlund and Hassan, ۱۹۹۵).

چوبکش‌ها ماشین‌آلات سنگینی هستند که تردد آنها در مسیرهای چوبکشی جنگل الزاماً پیامدها و عوارض نامطلوبی به همراه دارد. کوبیدگی^۲ خاک نخستین پیامد تردد اسکیدرها می‌باشد (Johns *et al.*, ۱۹۹۹; Pinard *et al.*, ۲۰۰۰; Lacey and Ryan, ۲۰۰۰; Defossez and Richard, ۲۰۰۲; Buckley *et al.*, ۲۰۰۳; Gondard *et al.*, ۲۰۰۳; Godefroid and Koedam, ۲۰۰۴; Hamza and Andersson, ۲۰۰۵) که به واسطه وزن ماشین با بار، لرزش موتور و بکسباد چرخ‌ها، خاک مسیرهای چوبکشی را به عنوان جسم ضعیف متراکم می‌نمایند و موجب کاهش نفوذپذیری^۳ آب و هوا در خاک (Braunack, ۱۹۸۶; Malmer and Grip, ۱۹۹۰; Gysi *et al.*, ۱۹۹۹; Grigal, ۲۰۰۰) و افزایش رواناب^۴ می‌شود. همچنین در اثر تردد اسکیدرها در مسیرهای

^۱ Ground-based skidding

^۲ Compaction

^۳ Infiltration

^۴ Runoff

چوبکشی که عملاً هیچ گونه عملیات تثبیت یا روسازی در آنها صورت نگرفته است موجب ایجاد شیار^۱ (Quesnel and Curran., ۲۰۰۰; MacDonald *et al.*, ۲۰۰۱; Eliasson, ۲۰۰۵) و جابجایی^۲ خاک (Woodward, ۱۹۹۶; Trautner and Arvidsson, ۲۰۰۳) می‌گردند. رواناب حاصل از بارش در شیاریهای مسیره‌های چوبکشی جاری می‌شود و فرسایش^۳ خاک را تشدید می‌نماید (Xu *et al.*, ۲۰۰۰; Rapp *et al.*, ۲۰۰۳; Hartanto *et al.*, ۲۰۰۳; Nugent *et al.*, ۲۰۰۳) از آنجایی که خاک مسیره‌ها در اثر تردد دست خورده و جابجا می‌شوند و پوشش محافظ سطحی خاک از بین می‌رود فرسایش خاک در مسیره‌های چوبکشی به مراتب بیش از عرصه‌های دست نخورده می‌باشد (Woodward, ۱۹۹۶; Croke *et al.*, ۱۹۹۹). میزان کوبیدگی، جابجایی و فرسایش خاک به نوع ماشین چوبکشی بستگی دارد (Ayers, ۱۹۹۴) و در شرایط یکسان محیطی و کاری، میزان خسارت ماشین‌آلات مختلف یکسان نیست. از این رو لازم است ماشین-آلات مختلف از نظر میزان خساراتی که به جنگل وارد می‌نمایند، مورد ارزیابی قرار گیرند و شرایط مناسب و بحرانی هر ماشین تعیین گردد. از نتایج حاصله می‌توان در تخصیص بهینه ماشین‌آلات با هدف کاهش میزان خسارت وارده استفاده نموده و معیار فعلی انتخاب و خرید ماشین‌آلات جدید چوبکشی یعنی کاهش هزینه‌های تولید ماشین به کاهش هزینه‌های تولید ماشین و کاستن خسارت به عرصه را ارتقا داد. وسعت و شدت اثرات چوبکشی تحت تاثیر عواملی چون نوع ماشین، نوع عملیات (برش یکسره یا برش گزینشی)، تعداد تردد، توپوگرافی منطقه، رطوبت خاک^۴ حین عملیات و طراحی مسیر چوبکشی می‌باشد (Laffan *et al.*, ۲۰۰۱; Kolka and Smidt, ۲۰۰۴; Demir *et al.*, ۲۰۰۷). این تحقیق به ارزیابی یک نوع اسکیدر رایج کشور (HSM۹۰۴) از نظر خسارات وارده به مسیر چوبکشی در شرایط مختلف تردد (تعداد) و شیب طولی مسیر چوبکشی پرداخته شده و تلاش شد که تاثیر این عوامل و کاربری اسکیدر را از نظر خسارات وارده تعیین نماید.

^۱ Rut

^۲ Displacement

^۳ Erosion

^۴ Soil moisture

در تحقیق حاضر سعی شد با در نظر گرفتن روند تدریجی تغییرات در کوبیدگی، شیاری شدن، جابجایی عمودی، تولید رواناب و هدررفت خاک^۱ و تعیین سطح آستانه کوبیدگی مسیرهای اسکیدرو در تردها و شیب‌های طولی مختلف به سؤالات اساسی زیر پاسخ داده شود:

- ۱- تراکم خاک با شیب طولی مسیر و تعداد تردد چه ارتباطی دارد؟
 - ۲- وضعیت و میزان فرسایش ناشی از فعالیت ماشین در شیب‌ها و تردهای مختلف چگونه است؟
 - ۳- چه ارتباطی بین عمق شیاری با شیب طولی و تعداد تردد وجود دارد؟
 - ۴- روند کاهش رطوبت خاک در تردها و شیب‌های مختلف چگونه است؟
 - ۵- وضعیت کلی تخریب خاک^۲ در مسیرهای چوبکشی چگونه است؟
- بر همین اساس، فرضیه‌هایی که این تحقیق در پی رد یا اثبات آنهاست، به شرح زیر می‌باشند:

- ۱- میزان کوبیدگی خاک در شیب‌های طولی مختلف تفاوت معنی‌داری ندارد.
- ۲- اختلاف فرسایش خاک ایجاد شده در شیب‌های طولی و تردهای متفاوت معنی‌دار است.
- ۳- عمق شیاری ایجاد شده در شیب‌ها و تردهای مختلف یکسان نیست.
- ۴- اختلاف می‌زان رطوبت خاک در شیب‌ها و تردهای مختلف معنی‌دار است.
- ۵- وضعیت کلی تخریب خاک در کلیه مسیرهای چوبکشی بسیار شدید می‌باشد.

۲-۱ کلیات

تخریب خاک به هر گونه تغییر در خصوصیات خاک گفته می‌شود که سبب کاهش تولید شده و می‌تواند به عنوان شاخصی از اثرات زیست محیطی مطرح گردد (Quesnel and Curran, ۲۰۰۰). به عبارت دیگر تخریب خاک شامل کوبیدگی خاک (Buckley *et al.*, ۲۰۰۳)، جابجایی لایه لاشبرگ (Demir *et al.*, ۲۰۰۷)، ترکیب لایه لاشبرگ با خاک سطحی (Makineci *et al.*, ۲۰۰۷)، جابجایی خاک سطحی (Arvidsson *et al.*, ۲۰۰۱)، شیاری شدن (Eliasson, ۲۰۰۵)، فرسایش و تغییرات هیدرولوژی

^۱ Soil loss

^۲ Soil disturbance

دامنه می‌باشد (Rab, ۱۹۹۴). تحقیقات در زمینه تخریب خاک جنگل از سالها پیش آغاز و با توجه به اهمیت موضوع تا کنون نیز ادامه دارد.

۱-۲-۱ کوبیدگی

کوبیدگی به عنوان نخستین پیامد تردد اسکیدرها فرایندی است که در آن ذرات خاک در پاسخ به نیروی اعمال شده وضعیت ترتیبی جدیدی^۱ به خود می‌گیرند (Rab et al., ۲۰۰۵) و یا کاهش حجم خلل و فرج^۲ جرم معینی از خاک موجب افزایش وزن مخصوص ظاهری^۳ خاک می‌گردد (Webb, ۲۰۰۲). فشار مورد نیاز برای کوبیدگی ممکن است از بارندگی، رشد ریشه گیاهان، تردد انسان و دام و نیز وزن پوشش گیاهی و خود خاک نشأت گیرد (Greacen and Sands, ۱۹۸۰). به هر حال نیروی اصلی ایجاد کننده کوبیدگی در خاک‌های جنگلی ماشین‌آلات مورد استفاده در مدیریت و بهره‌برداری همانند اسکیدرهای چرخ زنجیری^۴ و چرخ لاستیکی^۵ هستند (Greacen and Sands, ۱۹۸۰). ماشین‌آلات سه نیروی اصلی کوبیدگی شامل نیروی عمودی وارد از طرف بار دینامیک چرخ‌ها، تنش برشی^۶ از طرف بکسباد^۷ چرخ‌ها و لرزش^۸ چرخ‌ها از طریق موتور به خاک وارد می‌کنند (Kozlowski, ۱۹۹۹).

خاک تشکیل شده از ذرات جامد و حفراتی که با آب یا هوا پر شده‌اند، افزایش وزن مخصوص مجموع تخلخل خاک را کاهش می‌دهد. حفرات موجود در خاک دارای اندازه و ابعاد متنوع هستند که اصولاً به وسیله بافت و ساختار خاک تعیین می‌شوند (Webb, ۲۰۰۲). در طول فرایند کوبیدگی حفرات بزرگ خاک در مقایسه با حفرات ریزتر بیش‌تر مستعد تخریب هستند، از این‌رو کوبیدگی بیش‌تر بر تخلخل‌های بزرگ خاک تاثیر می‌گذارد (Yavuzcan et al., ۲۰۰۵). تخلخل‌های بزرگ نقش مهم‌تری در

^۱ Rearrangment

^۲ Porosity

^۳ Bulk density

^۴ Steel-tracked skidder

^۵ Rubber-tired skidder

^۶ Shear stress

^۷ Slippage

^۸ Vibration

نگهداشت آب و هوا ایفا می‌کنند. علاوه بر این شرایط مطلوبی برای گسترش ریشه و رشد گیاهان و جانوران خاک ایجاد می‌کند (Greacen and Sands, ۱۹۸۰). در پی کاهش تخلخل‌های بزرگ در اثر کوبیدگی حرکت آب و هوا در خاک کاهش یافته و محدودیت‌های فیزیکی در مقابل نفوذ ریشه‌ها ایجاد می‌شود (Trautner and Arvidsson, ۲۰۰۳).

۱-۲-۲ جابجایی

طبق تعریف جابجایی عبارت از هر حرکت فیزیکی مواد خاکی ناشی از تردد تجهیزات چوبکشی و حرکت تنه‌ها است. جابجایی شامل برداشت خاک به وسیله تجهیزات، تایرها، تنه‌ها و بی حفاظ ماندن مواد زیر سطحی است (Quesnel and Curran, ۲۰۰۰) منظور از جابجایی در اینجا حرکت مواد خاکی در اثر فرسایش نیست. جابجایی به همراه کوبیدگی دو تخریب عمده خاک‌های جنگلی هستند (Tan *et al.*, ۲۰۰۵). عوامل اصلی تعیین کننده جابجایی خاک شامل شیب، وضعیت دامنه، نوع و کیفیت روش چوبکشی مورد استفاده در چوبکشی زمینی می‌باشد (Williamson and Neilsen, ۲۰۰۳).

۱-۲-۳ شیاری شدن^۱

بنا به تعریف کانال ایجاد شده به طول حداقل ۲ متر و عمق حداقل ۵ سانتی‌متر در زیر چرخ ماشین‌آلات چوبکشی است (MacDonald *et al.*, ۲۰۰۱). شیاری شدن عموماً در ظرفیت‌های رطوبتی بالا و در ترکیب با کوبیدگی اتفاق می‌افتد (Pöyry, ۱۹۹۲). شیاری ایجاد شده سبب قطع زهکش زیر سطحی (Aust *et al.*, ۱۹۹۳) شده و به واسطه ایجاد کانال و کاهش نفوذپذیری در بستر به علت کوبیدگی، رواناب افزایش یافته و در نهایت سبب فرسایش خاک می‌شود (Pöyry, ۱۹۹۲). از دیگر اثرات شیاری شدن وارد شدن صدمات فیزیکی به سیستم ریشه ای موجود است که می‌تواند برای درختان باقی مانده در عرصه

^۱ Rutting

مضر باشد. این وضعیت بیش تر گونه‌هایی که از طریق ریشه جوش تکثیر می‌کنند زیان آور می‌باشد (Pöyry, ۱۹۹۲).

۱-۲-۴ فرسایش

جدا شدن لایه سطحی زمین بوسیله نیروهای اعمال شده توسط آب، باد و یخ می‌باشد، که میزان آن در اثر فعالیت‌های انسانی به سرعت افزایش می‌یابد (Rab *et al.*, ۲۰۰۵). یکی از مهم‌ترین عوامل تسریع کننده میزان فرسایش در جنگل، بهره‌برداری و عملیات چوبکشی است (Croke *et al.*, ۲۰۰۱). درجه فرسایش در عرصه‌های جنگلی به فاکتورهایی چون نوع و کیفیت روش اعمال شده (Rab *et al.*, ۲۰۰۵)، طول دامنه، شیب، میزان بارندگی، شدت و استمرار بارندگی، نفوذپذیری (Grigal, ۲۰۰۰)، تاج پوشش، تراکم نهال و عمق لاشبرگ بستگی دارد (Hartanto *et al.*, ۲۰۰۳).

جابجایی تنها در زمان چوبکشی اتفاق افتاده حال آن که فرسایش می‌تواند در طول چوبکشی و یا زمانی غیر از آن نیز به وقوع بپیوندد. فرسایش سبب تأثیرات زیان‌آور در درون و بیرون از عرصه می‌شود. تأثیرات درون عرصه‌ای شامل کاهش حاصل‌خیزی^۱ در نتیجه هدررفت عناصر غذایی، مواد آلی، خاک معدنی و بیرون زدگی خاک زیر سطحی نامطلوب است (Hartanto *et al.*, ۲۰۰۳; Grigal, ۲۰۰۰). تأثیرات بیرون عرصه‌ای آن نیز شامل کاهش کیفیت آب، افزایش تولید رسوب و اثرات منفی روی رودخانه است (Greacen and Sands, ۱۹۸۰). به طور کلی در حین عملیات چوبکشی و بهره‌برداری به دلیل کاهش میزان نفوذپذیری (Pöyry, ۱۹۹۲; Carter and McDonald, ۱۹۹۶) میزان رواناب و به دنبال آن میزان فرسایش و هدررفت خاک نیز افزایش می‌یابد (Greacen and Sands, ۱۹۸۰).

۱-۲-۵ حساسیت پذیری خاکهای جنگل به کوبیدگی

^۱ Productivity

تمامی خاک‌های جنگل تحت شرایط فشار مستعد به کوبیدگی هستند که بسته به مقاومت مکانیکی‌شان پایداری مختلفی را نسبت به کوبیدگی از خود نشان می‌دهند (Greacen and Sands, ۱۹۸۰). درجه و شدت کوبیدگی خاک به خصوصیات خاک شامل بافت خاک (Gomez *et al.*, ۲۰۰۲); مقدار رطوبت خاک در زمان بهره‌برداری (Fernández *et al.*, ۲۰۰۲; Kozlowski, ۱۹۹۹; Greacen and Sands, ۱۹۸۰; Rab, ۱۹۹۶; Xu *et al.*, ۲۰۰۰); مقدار مواد آلی و هوموس خاک (Greacen and Sands, ۱۹۸۰; Rohand *et al.*, ۲۰۰۳); ساختمان خاک (Rohand *et al.*, ۲۰۰۳); مادری (Brais and Camire, ۱۹۹۸; Fernández *et al.*, ۲۰۰۲; Williamson and Neilsen, ۲۰۰۳); دانه‌بندی (Rohand *et al.*, ۲۰۰۳); مقدار سنگریزه (Greacen and Sands, ۱۹۸۰); ضخامت ذرات رس (Kozlowski, ۱۹۹۹); وزن مخصوص اولیه (Williamson and Neilsen, ۲۰۰۳); بزرگی و ماهیت نیروهای وارده مشتمل بر ابعاد ماشین‌آلات (Greacen and Sands, ۱۹۸۰); نوع ماشین‌آلات (Greacen and Sand, ۱۹۸۰; Fernández *et al.*, ۲۰۰۲; Yavuzcan *et al.*, ۲۰۰۲); تعداد تردد (Brais and Camire, ۱۹۹۸; Fernández *et al.*, ۲۰۰۲; Carter and Shaw, ۲۰۰۵); عرض تایر (Trautner and Arvidsson, ۲۰۰۲; Greacen and Sands, ۱۹۸۰; Nugent *et al.*, ۲۰۰۳); بار آکسل (Aust *et al.*, ۱۹۹۳; Fernández *et al.*, ۲۰۰۲; Yavuzcan *et al.*, ۲۰۰۵); وضعیت مسیر اسکیدررو از قبیل شیب منطقه (Demir *et al.*, ۲۰۰۷; Greacen and Sands, ۱۹۸۰); الگوی چوبکشی (Greacen and Sands, ۱۹۸۰; Carter and Shaw, ۲۰۰۲); خصوصیات توده جنگلی شامل تراکم و ساختار توده؛ ترکیب گونه‌ها و مشخصه‌های حیاتی (Greacen and Sands, ۱۹۸۰; Demir *et al.*, ۲۰۰۷); روش بهره‌برداری (Grigal, ۲۰۰۰; Demir *et al.*, ۲۰۰۷) و همچنین تجربه و آموزش و مهارت راننده (Greacen and Sands, ۱۹۸۰) بستگی دارد.

فصل دوم

مروری بر مطالعات انجام شده