

## ارزیابی بصری تخریب خاک در اثر عملیات بهره‌برداری به روش چوب کوتاه و تمام درخت در جنگلکاری‌های غرب گیلان

رویا گیاهپرو فومنی<sup>۱</sup>، رامین نقدی<sup>۲\*</sup>، مهرداد نیکوی<sup>۳</sup> و مهرداد میرزایی<sup>۴</sup>

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران. (giahparvar@gmail.com)

۲- استاد گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران. (rnaghd@gmail.com)

۳- استاد گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران. (nikooy@gmail.com)

۴- دانش‌آموخته دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران. (mehrddmirzaei28@gmail.com)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۲

### چکیده

روش ارزیابی بصری تخریب خاک، ابزاری سریع و مؤثر برای ارزیابی ارزان از وضعیت کیفی خاک در عرصه است. هدف این پژوهش، ارزیابی بصری تخریب خاک در اثر عملیات بهره‌برداری به روش چوب کوتاه و تمام درخت در جنگلکاری‌های غرب گیلان بود. بدین منظور اطلاعات تعداد ۶۲۵ نقطه نمونه‌برداری در هر روش برای ارزیابی تخریب خاک به روش بصری برداشت شد. نتایج نشان داد که روش‌های بهره‌برداری بررسی شده، نسبت‌های مختلفی از سطح عرصه را تخریب کردند، به طوری که ۷۹/۳۶ و ۶۹/۹۲ درصد از سطح کل عرصه به ترتیب در روش چوب کوتاه و روش تمام درخت تخریب شدند. مقدار تخریب در طبقه مازاد مقطوعات در روش بهره‌برداری چوب کوتاه بیشتر از روش تمام درخت بود. همچنین نتایج نشان داد که مقدار کوبیدگی خاک در روش چوب کوتاه (۱۸/۷۲ درصد) بیشتر از روش تمام درخت (۱۴/۰۸ درصد) بود. مازاد مقطوعات، تخریب سطحی و کوبیدگی خاک معمول‌ترین نوع تخریب ایجاد شده توسط روش‌های بهره‌برداری بودند به طوری که بیشترین مقدار تخریب در هر دو روش مربوط به طبقه تخریب مازاد مقطوعات بود. نتایج آزمون من-ویتنی نیز نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین دو روش بهره‌برداری چوب کوتاه و تمام درخت وجود دارد. به طور کلی نتایج نشان داد که نوع روش خروج چوب‌آلات در عملیات بهره‌برداری و چوبکشی اثر مهم و معنی‌داری بر تخریب خاک جنگل به همراه دارد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی خاک، بهره‌برداری جنگل، چوبکشی زمینی، زراعت چوب

## مقدمه

و چوبکشی (Naghdi et al., 2015)، تعداد تردد ماشین‌آلات (Solgi et al., 2015)، بافت خاک (Naghdi et al., 2020)، رطوبت خاک حین عملیات بهره‌برداری و چوبکشی (Naghdi and Solgi 2014)، شیب (Najafi et al., 2009) و وزن ماشین و مقدار فشار وارده از سوی چرخ ماشین بر واحد سطح (Naghdi et al., 2016c) اشاره کرد. از آنجایی که خاک مسیرهای چوبکشی در اثر تردد، دست‌خورده و جابجا می‌شوند و پوشش‌های محافظ سطحی خاک از بین می‌روند، فرسایش خاک در مسیرهای چوبکشی به مراتب بیش از عرصه‌های دست‌نخورده است (Woodward, 1996; Crock et al., 2001; Jahani et al., 2021). مقدار کوبیدگی، جابجایی و فرسایش خاک به نوع روش چوبکشی بستگی دارند و در شرایط یکسان محیطی و کاری، مقدار خسارت روش‌های مختلف یکسان نیست (Lotfalian et al., 2018). از این رو لازم است روش‌های مختلف از نظر مقدار خسارتی که به جنگل وارد می‌کنند، مورد ارزیابی قرار گیرند و شرایط مناسب و بحرانی هر روش تعیین شود. از روش‌های کم‌هزینه که مقدار تخریب خاک را در مدت‌زمان کمتری ارزیابی می‌کند، روش ارزیابی بصری خاک است. ارزیابی بصری تخریب خاک امکان یک ارزیابی سریع از شرایط خاک را فراهم آورده و یک ابزار مناسب برای پیمایش تخریب خاک در طول عملیات بهره‌برداری جنگل و خروج چوب‌آلات است (McIver, 2004). این روش ارزیابی توسط McMahon (1995) ابداع شد که به منظور استفاده در ایران توسط Najafi and Solgi (2010) توسعه یافته و استفاده می‌شود. بر اساس این معیار تخریب خاک به صورت بصری به ۱۶ طبقه طبقه‌بندی می‌شود. این طبقه‌بندی طوری طراحی شده تا مدیران جنگل و بهره‌برداران بتوانند به سادگی روش را درک کرده و برای کنترل عملیات بهره‌برداری از نظر

عملیات بهره‌برداری و نیز خروج چوب از عرصه‌های طبیعی جنگل و یا سطوح جنگلکاری شده منجر به تخریب خاک با سطوح مختلف می‌شود (Grigal, 2000). تخریب خاک ناشی از عملیات بهره‌برداری از جنگل تمامی خواص خاک اعم از فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک را تغییر داده، زادآوری جنگل را با مشکل مواجه ساخته و در نهایت می‌تواند بر تولید جنگل اثرگذار باشد (Naghdi et al., 2016a; Hashemi et al., 2021). در سال‌های اخیر، ماشین‌آلات مورد استفاده در عملیات بهره‌برداری از جنگل تغییرات بسیاری را پشت سر گذاشته که در نهایت منجر به افزایش ابعاد، وزن و قدرت آن‌ها شده است. این تغییرات خود عاملی مهم در راستای افزایش وسعت و شدت تخریب خاک هستند (Rohand et al., 2003). تخریب خاک عبارت است از مخلوط شدن و یا برداشتن لاشبرگ و خاک که می‌تواند سبب تغییر خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک شود و می‌تواند به عنوان شاخصی از اثرهای محیط‌زیستی بهره‌برداری و چوبکشی مورد استفاده قرار گیرد (Rab, 1999). علاوه بر این، تخریب خاک می‌تواند سبب تغییر در وزن مخصوص خاک به همراه بی حفاظ گذاشتن لایه زیرین خاک (Najafi et al., 2009)، کاهش و یا پراکنده کردن مواد ارگانیکی (Sand et al., 1979)، تغییر در توزیع حفرات خاک و کاهش حفرات درشت خاک (Solgi et al., 2013) و هدایت اشباع هیدرولیکی (Rab, 1994) شود. این تغییرات به همراه هدررفت خاک سطحی که غنی از عناصر غذایی قابل دسترس برای گیاهان است می‌تواند رشد گیاهان را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش دهد (Naghdi et al., 2016b). وسعت و شدت تخریب خاک تابع عوامل متعددی بوده که می‌توان به عواملی چون نوع ماشین مورد استفاده در عملیات بهره‌برداری

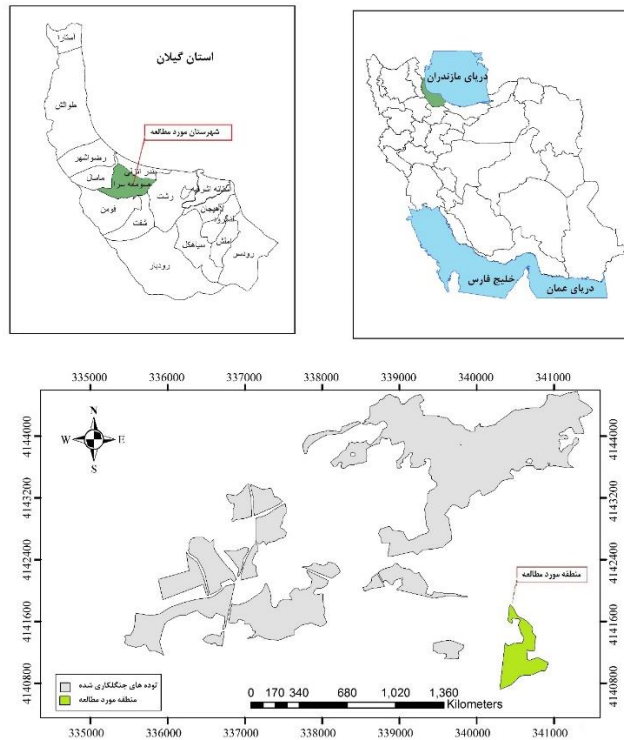
پژوهش ارزیابی بصری تخریب خاک ناشی از عملیات بهره‌برداری به دو روش چوب کوتاه و تمام درخت در جنگل کاری‌های غرب گیلان بود.

### مواد و روش‌ها

#### منطقه مورد بررسی

منطقه مورد بررسی شامل قطعه ۵/۲ سری جلگه‌ای پرورشی ۵۵۰ هکتاری شاندرمن از حوزه آبخیز شماره ۱۱ شاندرمن است که در حوزه اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان صومعه‌سرا واقع شده است. مجموع سطوح این قطعات بالغ بر ۵۱۴/۸ هکتار است که از نظر مختصات جغرافیایی در طول جغرافیایی ۵۰° ۰۴' ۴۹" تا ۲۹' ۱۱" ۴۹° شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷° ۲۰' ۴۶" تا ۳۷° ۲۶' ۱۶" شمالی واقع شده (شکل ۱) و فاقد شیب عمومی و جهت‌های مشخص و به‌طور کامل جلگه‌ای است. تمامی جنگل‌های این قطعه دست‌کاشت بوده و متشکل از گونه‌های خالص صنوبر، توسکا و سوزنی‌برگ (کاج تدا) است. مساحت کل قطعه برابر ۶۷/۸ هکتار است که از این مقدار ۶۶ هکتار آن قابل بهره‌برداری است. از نظر خاک‌شناسی، تیپ خاک از نوع آبرفتی، بافت خاک لومی و لومی-رسی، عمق خاک ۷۰ تا ۸۰ سانتی‌متر، ساختمان خاک دانه‌ریز تا درشت، عمق ریشه‌دوانی خوب، مقدار نفوذپذیری خاک متوسط، وضعیت خاک از نظر فرسایش حساس به عوامل فرسایش و pH خاک نیز بین ۶/۹-۶/۶ است. میانگین بارندگی سالانه بر اساس ایستگاه هواشناسی شاندرمن، ۹۲۶ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه نیز ۱۵/۷ درجه سانتی‌گراد است. اقلیم منطقه بر اساس اقلیم‌نمای دومارتن از نوع خیلی مرطوب است.

مقدار تخریب واردشده به خاک عرصه به‌راحتی از آن استفاده کنند. از دیگر ویژگی‌های این روش قابل‌استفاده بودن آن در دامنه وسیعی از شرایط خاک و تجهیزات بهره‌برداری مورد استفاده است. شاید بتوان یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های این روش را عدم نیاز به نمونه‌برداری مستقیم از خاک بیان کرد که هزینه‌های ارزیابی تخریب خاک را به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد. در پژوهشی، (Najafi and Solgi, 2010) به‌منظور تعیین مناسب‌ترین روش ارزیابی بصری تخریب خاک، چهار روش مختلف نمونه‌برداری از تخریب خاک را مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که روش ترانسکت بهترین روش برای ارزیابی بصری تخریب خاک است. (Pourjaffar et al., 2015) به ارزیابی بصری تخریب خاک ناشی از دو سیستم بهره‌برداری به‌وسیله اسکیدر تاف E655 و تراکتور استاندارد در جنگل‌کاری‌های غرب گیلان پرداختند و نشان دادند که چوبکشی به‌وسیله اسکیدر تاف در مقایسه با چوبکشی با تراکتور استاندارد دارای تخریب بیشتری است. (Naghdi et al., 2016c) به بررسی تأثیر رطوبت خاک حین عملیات چوبکشی بر تخریب بصری خاک در جنگل‌های هیرکانی پرداختند و نشان دادند که با افزایش رطوبت خاک حین عملیات نه‌تنها میزان شیاری شدن عرصه افزایش می‌یابد، بلکه عمق شیارهای ایجاد شده نیز افزایش می‌یابد. به‌طور کلی روش ارزیابی بصری خاک به‌عنوان روشی معرفی شده است که به مدیران کمک می‌کند تا به روشی ساده و نیمه کمی، کیفیت خاک را پایش کنند و ابزاری سریع و مؤثر برای ارزیابی ارزان از وضعیت کیفی خاک در عرصه را فراهم می‌کند (Hazbavi and Sadeghi, 2016). بنابراین هدف این



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد بررسی

Figure 1. Geographical location of study area

## روش پژوهش

برای بررسی مقدار تخریب خاک ناشی از بهره‌برداری به دو روش چوب کوتاه و تمام درخت از معیار ارزیابی بصری تخریب خاک استفاده شد که بر اساس این معیار تخریب خاک به صورت بصری به ۱۶ طبقه طبقه‌بندی می‌شود (جدول ۱). در روش بهره‌برداری چوب کوتاه تمامی فعالیت‌های مربوط به پردازش درختان در کنار کنده درخت انجام و گرده‌بینه‌های کوتاه در اندازه‌های ۲/۲۰ متری توسط تراکتور کشاورزی از جنگل خارج شدند (شکل ۲). در روش بهره‌برداری تمام درخت درختان بعد از قطع توسط اسکیدر چرخ لاستیکی از عرصه جنگل خارج شده و عملیات پردازش درختان در محوطه دیو انجام شد (شکل ۲).

اولین مسئله در این روش تعیین تعداد نقاط مورد نیاز برای ارزیابی تخریب خاک است. بر اساس نتایج بررسی (McMahon 1995) برای آنکه در روش ارزیابی

بصری تخریب خاک مقدار خطا به زیر یک درصد برسد به بیش از ۱۰۰۰۰ نمونه نیاز است. در صورتی که بخواهیم مقدار خطایی حدود سه درصد باشد، باید حدود ۱۱۱۱ نمونه و اگر خطایی کمتر از پنج درصد مدنظر باشد، حداقل به ۴۰۰ نمونه نیاز است. مسئله دوم چگونگی پراکنش نقاط در عرصه مورد بررسی است. به طوری که باید تمام سطح عرصه مورد بهره‌برداری (هم بخش‌هایی که در آنجا درخت برداشت شده و هم بخش‌های که دست‌نخورده باقی مانده) مورد مشاهده قرار گیرد تا ارزیابی انجام‌شده یک ارزیابی درست و قابل قبول باشد. با توجه به پژوهش انجام‌شده توسط (Najafi and Solgi 2010)، بهترین روش برای پراکنش نقاط نمونه در سطح عرصه در ارزیابی بصری تخریب خاک، روش ترانسکت است. نحوه قرارگیری نقاط نمونه بر روی ترانسکت و انجام عملیات ارزیابی تخریب خاک بدین شکل است که بر روی هر

ترانسکت، نقاط نمونه با فاصله یک متر از هم قرار می‌گیرند. سپس در هر نقطه دایره‌ای به شعاع ۳۰ سانتی‌متر ترسیم و در داخل دایره مذکور طبقه غالب تخریب خاک ثبت شد (شکل ۲). برای تعیین تعداد ترانسکت مورد نیاز و نیز فواصل بین ترانسکت‌ها، در هر عرصه ابتدا طول و عرض عرصه مورد بررسی اندازه‌گیری شده و سپس با توجه به تعداد نقاط قابل برداشت در هر ترانسکت، تعداد ترانسکت در هر عرصه و نیز فواصل بین آن‌ها مشخص شد.

جدول ۱- سیستم طبقه‌بندی تخریب خاک به روش بصری (McMahon, 1995)

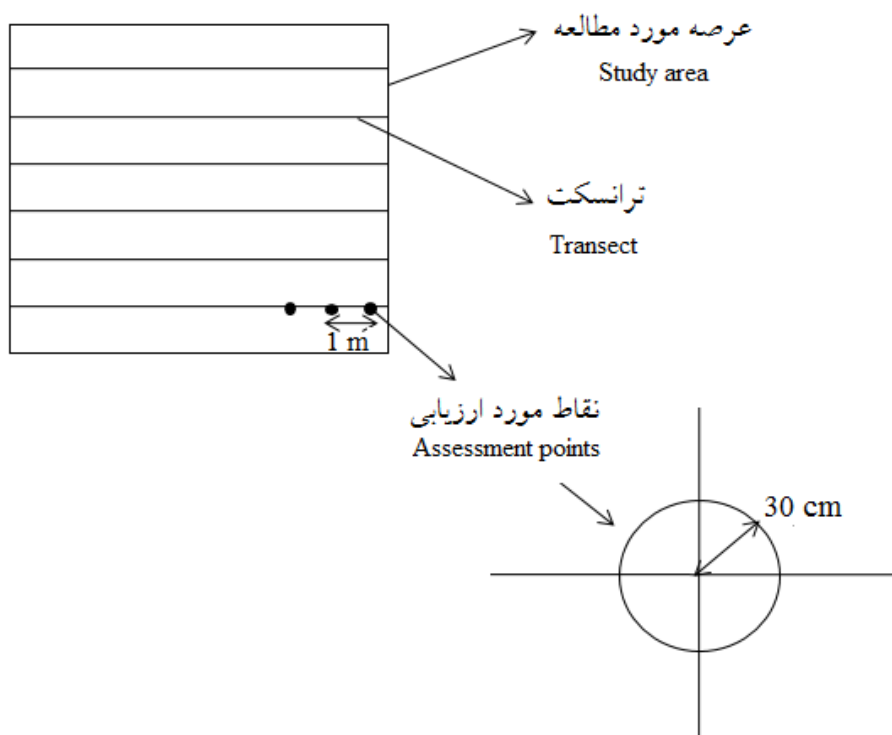
Table 1. Visual disturbance classification system (McMahon, 1995)

کد Code	توضیحات Description	طبقه تخریب خاک Soil disturbance type
1	هیچ اثری از عبور ماشین و یا بینه وجود ندارد، لاشبرگ و پوشش کف به طور کامل دست‌نخورده باقی مانده است. No evidence of machine or log passage, litter and understory intact.	دست‌نخورده Undisturbed
2	لاشبرگ در جای خود باقی مانده اما شواهدی از تغییرات جزئی وجود دارد. Litter not displacement, evidence of minor disruption.	
3	لاشبرگ جابجا شده اما لایه فوقانی خاک دست‌نخورده باقی مانده است. Litter removed, topsoil exposed.	تخریب سطحی Shallow disturbance
4	لاشبرگ و لایه فوقانی خاک باهم مخلوط شده‌اند. Litter and topsoil mixed.	
5	لایه فوقانی خاک با عمقی بیش از ۵ سانتی‌متر روی لاشبرگ قرار گرفته است. > 5 cm topsoil on litter	
6	برداشته شدن لایه فوقانی خاک Topsoil removed	
7	فرسایش Erosion	
8	فرورفتگی به شکل گودال Topsoil puddled	
9	عمق ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر 5-15 cm	تخریب عمیق Deep disturbance
10	عمق ۱۶ تا ۳۰ سانتی‌متر 16-30 cm	شیار Rut depth
11	عمق بیشتر از ۳۰ سانتی‌متر > 30 cm	
12	سنگ مادر Base rock	
13	ضخامت ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر 10-30 cm	مازاد مقطوعات Slash
14	ضخامت بیش از ۳۰ سانتی‌متر > 30 cm	
15	-	کنده و سنگ Stumps and rocks
16	عبور ماشین و بینه Evidence of tire, track and log passage	کوبیدگی Compacted soil



شکل ۲- تصویر ماشین‌آلات مورد استفاده برای چوبکشی به روش چوب کوتاه (تراکتور کشاورزی، تصویر سمت راست) و تمام درخت (اسکیدر چرخ لاستیکی تصویر سمت چپ)

Table 2. Used harvesting machines for skidding by short wood (farm tractor, right figure) and full tree (wheeled skidder Timberjack, left figure) methods



شکل ۲- تکنیک مورد استفاده در ارزیابی تخریب خاک

Figure 2. Used method in the soil disturbance assessment

مشخص کرده و خسارات وارده به خاک به روش بصری با استفاده از جدول ۱ تفسیر شد. در نهایت در هر روش بهره‌برداری، اطلاعات تعداد ۶۲۵ نقطه نمونه- برداری به منظور ارزیابی تخریب خاک به روش بصری برداشت شد. با توجه به کیفی بودن داده‌ها، برای بررسی

بنابراین، ۲۵ پلات ۴۰۰ مترمربعی در هر یک از دو منطقه مورد بررسی (منطقه اول خروج به صورت چوب کوتاه و منطقه دوم خروج چوب به صورت تمام درخت) پیاده شد. سپس در هر قطعه نمونه ۴۰۰ مترمربعی تعداد ۲۵ قطعه نمونه دایره‌ای شکل با شعاع ۳۰ سانتی‌متر

فوقانی خاک" است (۴۳/۷۵ درصد از طبقه تخریب عمیق خاک) که این مقدار معادل ۳/۳۶ درصد از کل سطح عرصه است (جدول ۲).

نتایج ارزیابی بصری تخریب خاک در روش تمام درخت همان‌طور که نتایج نشان داد ۳۰/۰۸ درصد از مشاهده‌های مربوط به طبقه خاک دست‌نخورده است (جدول ۳). خاک تخریب‌شده حدود ۳۹/۰۴ درصد کل سطح عرصه را به‌خود اختصاص داده بود به‌طوری که تخریب سطحی و کوبیدگی به‌ترتیب ۱۸/۸۸ درصد و ۱۴/۰۸ درصد از سطوح تخریب‌شده را به‌خود اختصاص دادند. مقدار تخریب عمیق خاک در منطقه مورد بررسی ۶/۰۸ درصد است که این مقدار کمتر از تخریب سطحی و کوبیدگی خاک است. شیاری شدن خاک حدود ۲۳/۶۸ درصد از طبقه تخریب عمیق را به‌خود اختصاص می‌دهد که این مقدار معادل ۱/۴۴ درصد از کل سطح عرصه مورد بررسی است. در این عرصه مازاد مقطوعات ۲۴/۶۴ درصد از کل مشاهدات را به‌خود اختصاص می‌دهد که ۶۰/۳ درصد آن مربوط به مازاد مقطوعات با ضخامت ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر و ۳۹/۷ درصد آن مربوط به سرشاخه با ضخامت بیش از ۳۰ سانتی‌متر است. در تخریب سطحی خاک بیشترین مشاهدات مربوط به طبقه "لاشبرگ در جای خود" است که ۴۴/۹۱ درصد از تخریب سطحی خاک مربوط به این طبقه است. این مقدار حدود ۸/۴۸ درصد از کل مشاهدات را به‌خود اختصاص داده است. در تخریب عمیق خاک بیشترین مشاهدات مربوط به طبقه "برداشته شدن لایه فوقانی خاک" است (۳۴/۲۱ درصد از طبقه تخریب عمیق خاک) که این مقدار معادل ۲/۰۸ درصد از کل سطح عرصه است (جدول ۳).

وجود اختلاف در طبقه‌های تخریب خاک در بین دو روش بهره‌برداری مورد بررسی از آزمون من-ویتنی استفاده شد. همه تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری IBM SPSS var. 22 انجام شد.

## نتایج

نتایج ارزیابی بصری تخریب خاک در روش چوب کوتاه (گرده‌بینه)

نتایج نشان داد که ۲۰/۶۴ درصد از مشاهدات مربوط به طبقه خاک دست‌نخورده است (جدول ۲). خاک تخریب‌شده حدود ۴۷/۰۴ درصد کل سطح عرصه را به‌خود اختصاص داده بود به‌طوری که تخریب سطحی و کوبیدگی به‌ترتیب ۲۰/۶۴ درصد و ۱۸/۷۲ درصد از سطوح تخریب‌شده را به‌خود اختصاص دادند. مقدار تخریب عمیق خاک در منطقه مورد بررسی ۷/۶۸ درصد است که این مقدار کمتر از تخریب سطحی و کوبیدگی خاک است. شیاری شدن خاک حدود ۳۱/۲۵ درصد از طبقه تخریب عمیق را به‌خود اختصاص می‌دهد که این مقدار معادل ۲/۴ درصد از کل سطح عرصه مورد بررسی است. در این عرصه مازاد مقطوعات ۲۶/۲۴ درصد از کل مشاهدات را به‌خود اختصاص می‌دهد که ۷۱/۹ درصد آن مربوط به مازاد مقطوعات با ضخامت ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر و ۲۸/۱ درصد آن مربوط به سرشاخه با ضخامت بیش از ۳۰ سانتی‌متر است. در تخریب سطحی خاک بیشترین مشاهدات مربوط به طبقه "لاشبرگ در جای خود" است که ۴۴/۹۶ درصد از تخریب سطحی خاک مربوط به این طبقه است. این مقدار حدود ۹/۲۸ درصد از کل مشاهدات است. در تخریب عمیق خاک بیشترین مشاهدات مربوط به طبقه "برداشته شدن لایه

جدول ۲- نتایج مربوط به تخریب خاک ایجاد شده در روش چوب کوتاه (گرده‌بینه)

Table 2. Results of soil disturbance in the short wood tree method

روش گرده‌بینه		کد Code	توضیحات Description	طبقه تخریب خاک Soil disturbance type
Short wood method	تعداد درصد No. Percent			
	20.64	1	خاک بدون تخریب Undisturbed soil	دست‌نخورده Undisturbed
	9.28	2	لاشبرگ در جای خود Litter not displacement	
	2.56	3	لاشبرگ جابجا شده Litter removed	تخریب سطحی
	4	4	مخلوط شدن لاشبرگ و لایه فوقانی خاک Litter and topsoil mixed	Shallow disturbance
	4.8	5	لایه فوقانی خاک روی لاشبرگ Topsoil on litter	
	3.36	6	برداشته شدن لایه فوقانی خاک Topsoil removed	
	1.92	7	فرسایش Erosion	
	0	8	فرورفتگی به شکل گودال Topsoil puddled	
	2.4	9	عمق ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر 5-15 cm	تخریب عمیق Deep disturbance
	0	10	عمق ۱۶ تا ۳۰ سانتی‌متر 16-30 cm	شیار Rut depth
	0	11	عمق بیشتر از ۳۰ سانتی‌متر > 30 cm	
	0	12	سنگ مادر Base rock	
	18.88	13	ضخامت ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر 10-30 cm	مازاد مقطوعات
	7.36	14	ضخامت بیش از ۳۰ سانتی‌متر > 30 cm	Slash
	6.08	15	-	کنده و سنگ Stumps and rocks
	18.72	16	عبور ماشین و بینه Evidence of tire, track and log passage	کوبیدگی Compacted soil



جدول ۳- نتایج مربوط به تخریب خاک ایجاد شده در روش تمام درخت

Table 3. Results of soil disturbance in the full tree method

روش تمام درخت Full tree method		کد Code	توضیحات Description	طبقه تخریب خاک Soil disturbance type
درصد Percent	تعداد No.			
30.08	188	1	خاک بدون تخریب Undisturbed soil	دست‌نخورده Undisturbed
8.48	53	2	لاشبرگ در جای خود Litter not displacement	
5.12	32	3	لاشبرگ جابجا شده Litter removed	تخریب سطحی
3.2	20	4	مخلوط شدن لاشبرگ و لایه فوقانی خاک Litter and topsoil mixed	Shallow disturbance
2.08	13	5	لایه فوقانی خاک روی لاشبرگ Topsoil on litter	
2.08	13	6	برداشته شدن لایه فوقانی خاک Topsoil removed	
1.76	11	7	فرسایش Erosion	
0.8	5	8	فرورفتگی به شکل گودال Topsoil puddled	
1.44	9	9	عمق ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر 5-15 cm	تخریب عمیق Deep disturbance
0	0	10	عمق ۱۶ تا ۳۰ سانتی‌متر 16-30 cm	شیار Rut depth
0	0	11	عمق بیشتر از ۳۰ سانتی‌متر > 30 cm	
0	0	12	سنگ مادر Base rock	
14.88	93	13	ضخامت ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر 10-30 cm	مازاد مقطوعات Slash
9.76	61	14	ضخامت بیش از ۳۰ سانتی‌متر > 30 cm	
6.24	39	15	-	کنده و سنگ Stumps and rocks
14.08	88	16	عبور ماشین و بینه Evidence of tire, track and log passage	کوبیدگی Compacted soil

نتایج آزمون من-ویتنی نشان داد که دو روش بهره-برداری گرده‌بینه و روش تمام درخت، اثر معنی‌داری ( $P < 0/01$ ) بر تخریب خاک عرصه مورد بهره‌برداری دارد.

نتایج آزمون من-ویتنی میزان تخریب خاک در دو روش بهره‌برداری مقایسه مقدار تخریب در دو روش بهره‌برداری در ۱۶ طبقه تخریب خاک در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴- نتایج آزمون من-ویتنی برای مقایسه دو روش بهره‌برداری بر اساس ۱۶ طبقه تخریب

Table 4. Results of Mann-Whitney for comparison of two operation methods based on 16 disturbance classes

آماره‌های آزمون Test statistics	میانگین رتبه Mean rank	تعداد No.	روش بهره‌برداری Operation method
155476	698.24	625	چوب کوتاه Short wood method
0.00*	561.76	625	تمام درخت Full tree method
		1250	کل Total

\* Significant difference at the 0.01 level

\* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

## بحث

روش چوب کوتاه (۷/۶۸ درصد) مقدار تخریب عمیق خاک بیشتر از روش تمام درخت (۶/۰۸ درصد) بوده است. نتایج کوبیدگی خاک نیز حاکی از این بود که در روش چوب کوتاه (۱۸/۷۲ درصد) مقدار کوبیدگی خاک بیشتر از روش تمام درخت (۱۴/۰۸ درصد) بوده است. با توجه به اینکه در روش بهره‌برداری به صورت چوب کوتاه، گرده‌بینه‌ها به صورت قطعات کوچک‌تر تبدیل و از عرصه مورد بهره‌برداری خارج می‌شوند، انتظار می‌رفت که مازاد مقطوعات در روش چوب کوتاه بیشتر از روش تمام درخت باشد که نتایج این بررسی نیز تأییدکننده این مطلب است. مقدار مازاد مقطوعات در روش چوب کوتاه برابر ۲۶/۲۴ درصد و در روش تمام درخت ۲۴/۶۴ درصد عرصه مورد بهره‌برداری را به خود اختصاص دادند.

در خصوص طبقه تخریب عمیق خاک، نتایج نشان داد که در هر دو عرصه مورد بررسی شیاری شدن و برداشته شدن لایه فوقانی خاک محدود بوده و درصد کمی از مشاهدات را به خود اختصاص می‌دهند. هر چند مقدار تخریب عمیق در این بررسی به مراتب بیشتر از دیگر پژوهش‌های انجام شده است. به طوری که در بررسی انجام شده توسط Naghdi et al. (2016a) میزان تخریب عمیق خاک کمتر از دو درصد گزارش شد. دلیل این اختلاف زیاد در تفاوت در مدیریت اعمال شده و

نتایج بررسی تخریب خاک در دو روش چوب کوتاه و تمام درخت نشان داد که در روش چوب کوتاه، ۲۰/۶۴ درصد عرصه مورد بررسی و در روش تمام درخت، ۳۰/۰۸ درصد عرصه مورد بررسی به صورت دست‌نخورده باقی‌مانده است. در این پژوهش نسبت سطوح کوبیده‌شده به سطوح دست‌نخورده برای روش بهره‌برداری چوب کوتاه و تمام درخت به ترتیب ۰/۹۰ و ۰/۴۶ به دست آمد. این مقادیر نشان می‌دهند که روش بهره‌برداری چوب کوتاه توانایی بیشتری برای تخریب خاک عرصه داشته و استفاده از آن مستلزم قبول تخریب وسیع‌تر و شدیدتر است. همچنین نتایج مقدار تخریب سطحی خاک در روش چوب کوتاه برابر ۲۰/۶۴ درصد و در روش تمام درخت برابر ۱۸/۸۸ درصد از کل مشاهدات را به خود اختصاص دادند. نتایج این پژوهش همسو با پژوهش‌های قبلی است که نشان داد تخریب سطحی ۴۰-۱۱ درصد از سطح عرصه را به خود اختصاص می‌دهد (Gondard et al., 2003; Bolding et al., 2009). در پژوهشی دیگر (Naghdi et al., 2016a) نشان دادند که تخریب سطحی حدود یک‌چهارم از سطح عرصه را به خود اختصاص داده است. مقدار تخریب عمیق خاک نیز نشان داد که در

پژوهش هیچ‌گونه بارندگی رخ نداده بود. به‌همین دلیل در آن بررسی طبقه تخریب فرسایش ثبت نشد. اما در این بررسی نمونه‌برداری و انجام مشاهدات حدود یک ماه پس از اتمام عملیات بهره‌برداری و خروج چوب آلات شروع شد. در این مدت یک ماه چندین رگبار در منطقه اتفاق افتاد. به‌همین دلیل در این بررسی طبقه فرسایش خاک نیز مشاهده شد و به ثبت رسید، هرچند که میزان آن (تعداد مشاهدات و درصد آن نسبت به سطح عرصه) کم بود. دلیل کم‌بودن مشاهدات مربوط به طبقه فرسایش نیز را می‌توان شرایط توپوگرافی منطقه دانست. هر دو عرصه مورد بررسی در منطقه جلگه‌ای و به‌طور کامل مسطح قرار داشتند که همین دلیل امکان چندانی برای جاری‌شدن رواناب وجود نداشت. زیرا همان‌طور که مشخص است یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر فرسایش خاک شیب است. با افزایش شیب سرعت رواناب بیشتر شده که این خود سبب افزایش انرژی جنبشی آب و افزایش قدرت فرسایش آن می‌شود (Solgi et al., 2014).

#### نتیجه‌گیری کلی

در طی چند دهه اخیر استفاده از ماشین‌آلات مکانیزه در عملیات‌های بهره‌برداری و حمل‌ونقل چوب به‌منظور بهبود بخشیدن به کمیت و کیفیت تولید چوب و نیز کاهش هزینه‌های تولید افزایش چشم‌گیری داشته است. تخریب و نیز افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک جنگل پیامدهای غیرقابل‌اجتناب استفاده از چنین ماشین‌آلاتی است. اگرچه استفاده از برخی انواع ماشین‌آلات در عملیات‌های بهره‌برداری و حمل‌ونقل چوب می‌تواند وسعت این تخریب‌ها را کاهش دهد. بررسی تخریب خاک به روش بصری نیز نشان داد که روش بهره‌برداری چوب کوتاه نسبت به روش تمام درخت خسارات بیشتری به خاک عرصه بهره‌برداری شده وارد می‌کند. بهره‌برداری از جنگل به هر روشی که باشد

سیستم جنگل‌شناسی مورد استفاده بود. به‌طوری که در پژوهش Naghdi et al. (2016a) پژوهش در عرصه طبیعی که تحت سیستم‌گزینشی مدیریت می‌شده، انجام شد، اما در این پژوهش عرصه مورد بررسی، عرصه‌ای دست‌کاشت بوده که با برش یکسره-نواری بهره‌برداری شد. حجم برداشت بیشتر آن هم به شکل نواری که در نوار قطع تمامی درختان برداشت می‌شوند، تخریبی به‌مراتب وسیع‌تر و شدیدتر از سیستم‌های گزینشی را به‌همراه خواهد داشت. همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد باوجود انجام برش یکسره در نوارهای برداشت که مستلزم تردد زیاد ماشین‌آلات برای خروج تعداد زیاد درختان مقطوعه است اما درصد شیاری‌شدن هر دو عرصه بسیار پایین است. ضمن اینکه تمام شیارهای ثبت‌شده در هر دو عرصه دارای عمقی کمتر از ۱۵ سانتی‌متر بودند. دلیل این امر را می‌توان پایین بودن ظرفیت رطوبتی خاک در حین عملیات حمل‌ونقل و خروج بینه‌ها از عرصه بیان کرد. زیرا رطوبت نقش بسیار مهمی در شیاری‌شدن خاک ایفا می‌کند (Naghdi and Solgi, 2014). این نتیجه نیز هم‌راستا با پژوهش انجام‌شده توسط Naghdi et al. (2016c) است که نشان دادند با افزایش رطوبت خاک حین عملیات چوبکشی نه‌تنها میزان شیاری‌شدن عرصه افزایش می‌یابد، بلکه عمق شیارهای ایجاد شده نیز افزایش می‌یابد.

در این بررسی برخلاف پژوهش Naghdi et al. (2015) که در آن هیچ‌گونه اثری از فرسایش ثبت نشده بود، در هر دو عرصه مورد بررسی فرسایش مشاهده و به ثبت رسید. دلیل این تناقض در نتایج بین پژوهش حاضر و پژوهش Naghdi et al. (2015) به دلیل تفاوت در زمان نمونه‌برداری است. بدین ترتیب که در پژوهش Naghdi et al. (2015) نمونه‌برداری بلافاصله پس از اتمام عملیات بهره‌برداری و حمل‌ونقل انجام شد. در واقع در فاصله زمانی بین اتمام عملیات و شروع

سریا و خاک عرصه به پایداری جنگل منجر خواهد شد.

آسیب به توده باقی مانده را به همراه خواهد داشت، ولی تلاش‌های منطقی برای کاهش شدت آسیب به درختان

## References

- Bolding, M. C.; Kellogg, L. D.; Davis, C. T., Soil compaction and visual disturbance following an integrated mechanical forest fuel reduction operation in southwest Oregon. *International Journal of Forest Engineering* **2009**, 20 (2), 47-56.
- Croke, J.; Hairsine, P.; Fogarty, P., Soil recovery from track construction and harvesting changes in surface infiltration, erosion and delivery rates with time. *Forest Ecology and Management* **2001**, 143 (1-3), 3-12.
- Gondard, H.; Romane, F.; Aronson, J.; Shater, Z., Impact of soil surface disturbances on functional group diversity after clear-cutting in Aleppo pine (*Pinus halepensis*) forests in southern France. *Forest Ecology and Management* **2003**, 180 (1-3), 165-174.
- Grigal, D. F., Effects of extensive forest management on soil productivity. *Forest Ecology and Management* **2000**, 138 (1-3), 167-185.
- Hashemi, M.; Nikooy, M.; Salehi, A.; Naghdi, R., Investigation of soil physical properties 11 years after water-bar construction on skid trail. *Forest Research and Development* **2021**, 7 (2), 169-182. (In Persian)
- Hazbavi, Z.; Sadeghi, S.H.R., Introducing Visual Soil Assessment (VSA) Method. *Extension and Development of Watershed Management* **2016**, 4 (13), 15-26. (In Persian)
- Jahani, A.; Fegghi, J.; Etemad, V., Evaluation of the wood harvesting and livestock on the degradation of forest using optimized degradation model. *Forest Research and Development* **2021**, 7 (2), 199-211. (In Persian)
- Lotfalian, M.; Parsakho, A.; Sadeghi, M.; Nazariani, N., Comparison of soil compaction recovery methods on Skid Trails. *Forest Research and Development* **2018**, 4 (1), 59-71. (In Persian)
- McIver, J. D., Sediment transport and soil disturbance after postfire logging. *Journal for Hydrological Science and Technology* **2004**, 20, 101-111.
- McMahon, S., Accuracy of two ground survey methods for assessing site disturbance. *Journal of Forest Engineering* **1995**, 6 (2), 27-33.
- Naghdi, R.; Solgi, A.; Labelle, E. R.; Nikooy, M., Combined effects of soil texture and machine operating trail gradient on changes in forest soil physical properties during ground-based skidding. *Pedosphere* **2020**, 30 (4), 508-516.
- Naghdi, R.; Solgi, A.; Labelle, E. R.; Zenner, E. K., Influence of ground-based skidding on physical and chemical properties of forest soils and their effects on maple seedling growth. *European Journal of Forest Research* **2016b**, 135, 949-962.
- Naghdi, R.; Solgi, A.; Zenner, E. K.; Tsioras, P. A.; Nikooy, M., Soil disturbance caused by ground-based skidding at different soil moisture conditions in Northern Iran. *International Journal of Forest Engineering* **2016c**, 27 (3), 169-178.
- Naghdi, R.; Solgi, A.; Ilstedt, U., Soil chemical and physical properties after skidding by rubber-tired skidder in Hyrcanian forest, Iran. *Geoderma* **2016a**, 265, 12-18.
- Naghdi, R.; Solgi, A.; Zenner, E. K., Soil disturbance caused by different skidding methods in mountainous forests of Northern Iran. *International Journal of Forest Engineering* **2015**, 26 (3), 212-224.
- Naghdi, R.; Solgi, A., Effects of skidder passes and slope on soil disturbance in two soil water contents. *Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering* **2014**, 35 (1), 73-80.
- Najafi, A.; Solgi, A.; Sadeghi, S. H., Soil disturbance following four wheel rubber skidder logging on the steep trail in the north mountainous forest of Iran. *Soil and Tillage Research* **2009**, 103 (1), 165-169.
- Najafi, A.; Solgi, A., Assessing site disturbance using two ground survey methods in a mountain forest. *Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering* **2010**, 31 (1), 47-55.
- Pourjaffar, Z.; Naghdi, R.; Nikooy, M. Visual assessment of forest soil disturbance resulting from two various operational systems in reforestation in west Guilan. Presented at 1<sup>st</sup> National Conference on the

- natural Environmental, Rasht, Iran, **2015**. (In Persian)
- Rab, M., Changes in physical properties of a soil associated with logging of Eucalyptus regnan forest in southeastern Australia. *Forest Ecology and Management* **1994**, *70* (1-3), 215-229.
- Rab, M., Measures and operating standards for assessing montreal process soil sustainability indicators with reference to victorian central Highlands forest, southeastern Australia. *Forest Ecology and Management* **1999**, *117* (1-3), 53-73.
- Rohand, K.; Al Kalb, A.; Herbauts, J.; Verbrugge, J.-C., Changes in some mechanical properties of a loamy soil under the influence of mechanized forest exploitation in a beech forest of central Belgium. *Journal of Terramechanics* **2003**, *40* (4), 235-253.
- Sands, R.; Greacen, E.; Gerard, C., Compaction of sandy soils in radiata pine forests. I. A penetrometer study. *Soil Research* **1979**, *17* (1), 101-113.
- Solgi, A.; Naghdi, R.; Tsioras, P. A.; Nikooy, M., Soil compaction and porosity changes caused during the operation of Timberjack 450C skidder in northern Iran. *Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering* **2015**, *36* (2), 217-225.
- Solgi, A.; Najafi, A.; Sadeghi, S. H., Effects of traffic frequency and skid trail slope on surface runoff and sediment yield. *International Journal of Forest Engineering* **2014**, *25* (2), 171-178.
- Solgi, A.; Najafi, A.; Daliri, H.S., Assessment of crawler tractor effects on soil surface properties. *Caspian Journal of Environmental Sciences* **2013**, *11* (2), 185-194.
- Woodward, C., Soil compaction and topsoil removal effects on soil properties and seedling growth in Amazonian Ecuador. *Forest Ecology and Management* **1996**, *82* (1-3), 197-209.

## Visual assessment of soil disturbance causing forest operation by short wood and full tree methods in western plantations of Guilan

Roya Giahparvar Foumani<sup>1</sup>, Ramin Naghdi<sup>\*2</sup>, Mehrdad Nikooy<sup>3</sup> and Mehrdad Mirzaei<sup>4</sup>

1- MSc of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, I. R. Iran. (giahparvarr@gmail.com)

2- Professor, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, I. R. Iran. (rnaghdi@guilan.ac.ir)

3- Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, I. R. Iran. (nikooy@guilan.ac.ir)

4- PhD of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, I. R. Iran. (mehrdadmirzaei28@gmail.com)

Received: 23 December 2022

Accepted: 09 April 2023

### Abstract

Several methods have been proposed to evaluate soil quality in line with its management and provide suitable management solutions. Visual assessment method of soil disturbance provides a quick and effective tool for cheap evaluation of the quality of the soil in the field. The method of visual evaluation of soil degradation provides a quick and effective tool for cheap evaluation of soil quality in the field. The aim of this study was to visually assessment of soil disturbance due to forest operation by short wood and full tree methods in western plantations of Guilan province. For this purpose, 625 plots were measured in each method based on visual soil assessment method. The results showed that the studied operation methods destroyed different proportions of field areas so that 79.36 and 69.92% of the total area were destroyed in the short wood and full tree methods, respectively. Logging residuals in short wood method was more than in full tree method. The results showed that soil compaction in the short wood method (18.72%) was higher than in full tree method (14.08%). Logging residuals, shallow disturbance and soil compaction were the most common types of soil disturbance cause by logging methods, therefore the highest amount of disturbance in both methods was related to the logging residuals class. The results of Mann-Whitney U test showed that there was a significant difference between the two forest logging methods. In general, the results showed that the type of timber removal method in logging operations and skidding has a significant effect on forest soil disturbance.

**Keywords:** Soil assessment, Forest logging, Ground skidding, Wood farming.

---

\* Corresponding author

Tel: +989111380108