

## ارزیابی تأثیرات بلندمدت صدمه به درختان باقی‌مانده در اثر عملیات چوبکشی (مطالعه موردی: طرح جنگلداری تاویر)

ابراهیم سرایلو<sup>۱</sup>، مقداد جورغلامی<sup>۲\*</sup> و باریس مجنونیان<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

<sup>۲</sup> دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

<sup>۳</sup> استاد گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۲/۹)

### چکیده

استفاده از سیستم چوبکشی زمینی، هرچند بیشترین مشکلات زیست محیط را سبب می‌شود، عملیاتی معمول برای خروج چوب از عرصه قطع است. ما می‌خواهیم این فرضیه را امتحان کنیم که با گذشت زمان، بین التیام یا بسته شدن زخم، در تنه درختان باقی‌مانده گونه‌های مختلف، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود دارد. این تحقیق به دنبال دستیابی به موارد زیر است: ارزیابی صدمه به درختان باقی‌مانده در اثر عملیات خروج چوب، بررسی و مقایسه مقاومت گونه‌ها و قطرهای مختلف درختان در مقابل زخم‌های ایجاد شده در اثر عملیات بهره‌برداری با اندازه، شدت و محل‌های متفاوت و چگونگی تغییرات در اندازه زخم (التیام و بسته شدن زخم یا گسترش آن) با گذشت ۱۷ سال زمان در گونه‌های مختلف با استفاده از آماربرداری صددرصد از درختان اطراف مسیرهای چوبکشی. نتایج نشان داد که بین گونه درختان و میزان التیام زخم‌ها ارتباط معنی‌داری وجود دارد. با افزایش قطر درختان، التیام زخم‌ها کاهش می‌یابد. با افزایش ارتفاع زخم از سطح زمین، نسبت التیام افزایش می‌یابد. نتایج نشان داد که زخم‌های عمیق تنه درختان دیرتر از زخم‌های سطحی التیام می‌یابند. صرف نظر از نوع گونه، با افزایش اندازه زخم، میزان التیام زخم‌ها به صورت رابطه لگاریتمی کاهنده است. نتایج نشان داد که سن زخم اثر معنی‌داری بر میزان التیام زخم ندارد. صدمه به توده باقی‌مانده با طراحی و برنامه‌ریزی مناسب عملیات خروج چوب از جنگل و آموزش گروه بهره‌برداری می‌تواند کاهش یابد.

**واژه‌های کلیدی:** التیام زخم، اندازه زخم، سن زخم، سیستم چوبکشی زمینی، طرح جنگلداری تاویر.

## مقدمه و هدف

در اکثر سیستم‌های بهره‌برداری، زخم و آسیب دیدگی تنه درختان، نوعی خسارت معمولی است. صدمه به درختان باقی مانده سبب هجوم آفات و عوامل بیماری‌زای قارچی به تنه درخت می‌شود (Vasiliauskas and Stenlid, 1998) و ضمن ایجاد پوسیدگی، به کاهش رویش درختان می‌انجامد (Vasiliauskas, 1994). منابع زیادی درباره صدمه به توده باقی مانده در اثر بهره‌برداری و اجرای سیستم‌های مختلف وجود دارد. هر سیستم بهره‌برداری، صدمه مشخصی بر توده جنگلی (درخت و زادآوری) دارد. مطالعات در توده‌های پهن برگ دلالت دارد بر اینکه صدمات بهره‌برداری به توده به‌طور غیر قابل قبول فزونی دارد و منجر به زیان‌های مالی می‌شود (Han, 1998). صدمه درختان باقی مانده، آسیب‌های بیماری‌زا به درختان زنده و ایجاد پوسیدگی را گسترش می‌دهد و بر کیفیت چوب در برداشت نهایی تأثیرگذار است (Froese and Han, 2006). تمام گونه‌های درختی به‌طور مساوی به صدمات مکانیکی حساس نیستند (Dimitri, 1983). صدمه به درختان باقی مانده در عملیات بهره‌برداری، دارای اندازه‌های متفاوتی است. در توده‌های سوزنی‌برگ آمریکای شمالی، اندازه زخم در درختان صدمه دیده در محدوده ۰/۱۳ تا ۲۹۶۷/۷۷ سانتی‌متر مربع است (Bettinger and Kellogg, 1993). در مطالعه دیگری، تنها ۵ درصد از تمام زخم‌ها فراتر از ۳۰/۵ سانتی‌متر مربع است (Sidle and Laurent, 1986). هرچند، تعدادی از مطالعات در توده‌های پیسه‌آ نشان داد که بیشتر آسیب‌های بهره‌برداری به‌طور معمول کوچک‌تر از ۱۰۰ سانتی‌متر مربع است (Froehlich, 1976; Bettinger and Kellogg, 1993; Kovbasa, 1996; Han, 1998; Froese and Han, 2006).

حالت بسیار معمول صدمه به تنه درخت، زخم شدن (افتادن پوست تنه یا صدمه دیدگی لایه کامبیوم) است (Ostrowsky et al., 1986; Han, 2000; Youngblood, 2000).

اگر صدمه شدید باشد، ممکن است سبب مرگ درخت شود. به‌طور معمول درختان زنده می‌مانند، اما این زخم‌ها سبب پوسیدگی تنه به‌وسیله عوامل قارچی می‌شود و به‌صورت بالقوه به از دست رفتن حجم مورد نظر در آینده منجر خواهد شد (Han and Kellogg, 2000). اندازه، محل و عمق زخم‌ها عامل‌های مهم تعیین‌کننده کیفیت چوب درختان در بلندمدت هستند (Aho et al., 1983). Aho et al. (1983) نشان دادند که ۶۵ تا ۸۵ درصد از زخم‌های بزرگ‌تر از ۹۰۰ سانتی‌متر مربع پوسیده شدند؛ این نسبت تقریباً دو برابر مقداری است که در زخم‌های کوچک‌تر دیده شده است.

وقتی که پوست درخت در اثر زخم‌های ناشی از بهره‌برداری یا سایر صدمات مکانیکی از تنه درخت زنده جدا می‌شود، سلول‌های آوندی کامبیوم از بین می‌رود و پینه (Callus) شروع به توسعه از اطراف پوست زنده در انتهای زخم کرده و به سمت مرکز زخم رشد می‌کند (Neely, 1979). التیام زخم شامل رویش شعاعی حلقه‌ها بعد از صدمه است که هر سال بر روی زخم می‌نشینند، بنابراین این حالت در طول فصل رویش اتفاق می‌افتد و سرعت التیام زخم با افزایش سالیانه رویش شعاعی در محل زخم تعیین می‌شود (Neely, 1970). وجود درختان با زخم‌های بسته‌شده در توده‌های جنگلی غیرمعمول نیست (Vasiliauskas, 1994; Vasiliauskas and Stenlid, 1998). برای مثال، در درختان پیسه‌آ، با صدمه نواری پوست، نسبت درختان با صدمات بسته‌شده ممکن است به اندازه ۹۴-۸۰ درصد باشد (Staines and Welch, 1984). بین مساحت زخم ابتدایی و احتمال بسته شدن کامل در توده نهالکاری گونه Sitka spruce، ارتباط معنی‌داری وجود دارد، تمام زخم‌های ساقه با اندازه ابتدایی کمتر از ۶۰ سانتی‌متر مربع بعد از ۱۵ سال به‌طور کامل بسته شدند، ولی هیچ زخمی با اندازه ابتدایی بزرگ‌تر از ۱۸۰ سانتی‌متر مربع در همان دوره زمانی بسته

نشد (Welch et al., 1997).

التیام زخم در درختان جنگلی، عاملی مهم در محدود کردن محل قارچ‌های حمله‌کننده به زخم است. در گونه راش، برای مثال، التیام کامل در تمام زخم‌های بدون آلودگی قارچی با پهنای ابتدایی کمتر از ۵ سانتی‌متر، در ۷۰ درصد از زخم‌های با پهنای ۵-۸ سانتی‌متر و در ۵۰ درصد از زخم‌های بزرگ‌تر از ۸ سانتی‌متر پهنای ذکر شده است (Hosius, 1967). به‌علاوه، در بعضی از گونه‌های درختی، مانند پیسه‌آ و بلوط‌ها، التیام زخم نه‌تنها از آلودگی به قارچ‌های عامل پوسیدگی در آینده جلوگیری می‌کند، بلکه قادر به توقف توسعه قارچ‌های عامل پوسیدگی در زخم‌های آلوده‌شده می‌شود. در مقابل در ساقه‌های صدمه‌دیده گونه ون، بسته شدن زخم، اثر چندانی بر توسعه پوسیدگی و رننگ‌زدگی ندارد (Vasiliaskas and Stenlid, 1998). سرعت التیام زخم تا حد زیادی با رویش شعاعی درخت در گونه پیسه‌آ و بلوط و ون مرتبط است. این مورد دال بر این است که توان درخت عامل بسیار مهمی در التیام زخم است. زخم‌های بزرگ‌تر و با سن بیشتر در گونه‌های Norway spruce و Sitka spruce به‌کندی بسته می‌شوند (Staines and Welch, 1984; Vasiliaskas 1994; Welch et al., 1997).

وقتی که یک زخم به‌طور کامل التیام می‌یابد مراحل پوسیدگی ممکن است متوقف یا بسیار کم شود. میزان پوسیدگی تنه ممکن است در بعضی از درختان از التیام زخم مستقل باشد (Fillip et al., 1995). (Smith et al., 1994). گزارش کردند که در توده آمیخته پهن‌برگ در ویرجینیای غربی، ۹۸ درصد از زخم‌های کوچک با اندازه بین ۶/۵ تا ۳۲۲ سانتی‌متر مربع در طول ۱۰ سال بعد از صدمات بهره‌برداری بسته شدند، درحالی که تنها ۲۸ درصد از زخم‌های بزرگ‌تر از ۳۲۲ سانتی‌متر مربع التیام یافتند. آنها همچنین مشاهده کردند که گونه‌های تندرشد مانند بلوط روبر دارای سرعت التیام

بیشتری برای زخم‌های کوچک‌اند. (Han (1998) نتیجه گرفت که در گونه دوگلاس در ایالت اورگن آمریکا، زخم‌هایی با عرض کمتر از ۱۰ سانتی‌متر عرض در طول مدت ۸ سال بسته شدند. در گونه دوگلاس که به پوسیدگی بسیار مقاوم است، هیچ اثری از زخم‌ها پس از ۲۱ سال مشاهده نشد. در ایران در زمینه ارزیابی خسارت‌های ناشی از بهره‌برداری و خروج چوب مطالعاتی انجام گرفته است (حسینی، ۱۳۷۳؛ رشیدی، ۱۳۷۴؛ نقدی، ۱۳۸۳؛ نیکوی، ۱۳۸۶؛ جورغلامی و همکاران، ۱۳۹۱؛ توانکار و بنیاد، ۱۳۹۳).

توانکار و بنیاد (۱۳۹۳)، وضعیت زخم‌های ایجادشده در تنه درختان باقی‌مانده در جنگل در اثر قطع و چوب‌کشی را پس از گذشت ۱۲ سال در سری یک ناو اسالم گیلان بررسی کردند و نتایج نشان داد از کل زخم‌های بررسی‌شده ۶۷/۱ درصد بسته، ۱۸/۰ درصد باز بدون پوسیدگی، ۱۰/۷ درصد باز با پوسیدگی بودند و فقط ۴/۲ درصد به نابودی درخت منجر شده بودند.

اهداف این تحقیق عبارتند از: بررسی و مقایسه مقاومت گونه‌ها و قطرهای مختلف درختان در مقابل زخم‌های ایجاد شده در طی عملیات بهره‌برداری با اندازه، شدت و محل‌های متفاوت و چگونگی تغییرات در محل زخم (التیام و بسته شدن زخم یا گسترش آن) با گذشت زمان (نمونه‌برداری در یک زمان ولی در مسیرهایی با سنین متفاوت انجام گرفت) در گونه‌های مختلف در سری ۳ طرح جنگلداری تاویر و مدیریت-شده به شیوه گزینشی.

## مواد و روش‌ها

- معرفی منطقه

این تحقیق در طرح جنگلداری تاویر واقع در حوزه اداره کل منابع طبیعی استان گلستان (حوضه آبخیز ۸۷) انجام شده است. برای اجرای این تحقیق در طرح جنگلداری تاویر، پارسل‌های ۳۰۱، ۳۰۴، ۳۱۱، ۳۱۲ و ۳۱۳ از سری ۳ با توجه به وجود مسیرهای

۷۰ سانتی متر) طبقه بندی می شوند (نقدی، ۱۳۸۳؛ نیکوی، ۱۳۸۶؛ جورغلامی و همکاران، ۱۳۹۱). درختان خسارت دیده در اثر چوبکشی در اطراف مسیر چوبکشی به صورت زیر تعیین کیفیت می شوند: الف) نوع گونه، ب) محل زخم با کد ۲۱ (امتداد ریشه های درخت)، با کد ۲۲ (تا ۱ متر اول تنه) و با کد ۲۳ (بیش از ۱ متر)، ج) شدت زخم با کد ۳۱ (سطحی، آسیب به پوست) و کد ۳۲ (عمیق، آسیب به کامبیوم)، د) مساحت زخم با کد ۴۱ (کمتر از ۵۰۰ سانتی متر مربع)، با کد ۴۲ (۱۰۰۰-۵۰۰ سانتی متر مربع) و با کد ۴۳ (بیش از ۱۰۰۰ سانتی متر مربع)، و ه) تعداد زخم با کد ۵۱ (یک زخم)، با کد ۵۲ (۲ تا ۳ زخم) و با کد ۵۳ (بیش از ۳ زخم).

ملاک و معیار اصلی تشخیص سن مسیره ها و انتخاب آن بر اساس مدارک و نظر کارشناسان مجری و کتابچه طرح ها و همچنین شواهد عینی موجود در منطقه از جمله علامت گذاری مسیره های چوبکشی و دیو است. مساحت زخم (از قسمتی که پوست درخت شروع به رویش دوباره کرد. به عنوان مساحت اولیه زخم در نظر گرفته شد) با استفاده از برگردان کامل زخم بر روی کاغذهای میلی متری تعیین شد. شدت تردد به صورت تقریبی و با توجه به معیار دوری و نزدیکی به دیو و جاده های جنگلی محاسبه شد، به طوری که مناطق مجاور دیو به عنوان تردد شدید و سرشاخه های مسیر به عنوان تردد کم و مناطق بینابین به عنوان تردد متوسط ارزیابی شدند (جورغلامی و همکاران، ۱۳۹۱).

به منظور تجزیه و تحلیل داده ها، ابتدا با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نرمال بودن داده ها بررسی شد و مشخص شد که داده ها، روند پراکنش نرمال ندارند. به منظور بررسی اثر قطر درخت، نوع گونه، محل زخم، مساحت زخم بر مقدار التیام یا بسته شدن زخم، از رگرسیون و تجزیه واریانس استفاده می شود. به منظور بررسی ارتباط بین نوع گونه و التیام زخم، محل زخم و التیام زخم، شدت تردد و التیام زخم و سن زخم و التیام زخم از آزمون ناپارامتری

چوبکشی و خروج گرده بینه در سال های مختلف از این مسیره ها، انتخاب شدند. طرح جنگلداری تاویر از ۵ سری تشکیل شده که عرصه جنگلی سری ۳ با وسعت ۳۶۵۰ هکتار به ۲۰ پارسل تقسیم شده و در شیب های شمالی رشته کوه البرز از ارتفاع ۵۴۰ متری سطح دریای خزر به طرف جنوب گسترده شده و در حد جنوبی خود تا ارتفاع ۲۰۴۰ متر از سطح دریا ادامه پیدا می کند و به طور کلی شیب آن به طرف دامنه شمال است. جنگل های سری ۳ طرح جنگلداری تاویر دارای پوشش جنگلی با گونه های غالب ممرز-انجیلی بوده و از شرایط آب و هوای جنگل های نیمه روشنی پسند برخوردار است. نوع جنگل دانه زاد ناهمسال است و به شیوه تک گزینی اداره می شود. اولین طرح برای این بخش در سال ۱۳۵۲ تهیه شد و اولین طرح تجدیدنظر آن در سال ۱۳۶۵ به انجام رسید و طرح دومین تجدید نظر این بخش در سال ۱۳۸۱ به اجرا درآمد.

#### - شیوه اجرای پژوهش

در این تحقیق، بررسی و اندازه گیری صدمه به درختان باقی مانده در فاصله ۵ متر از طرفین در مرکز مسیره های چوبکشی به صورت پیمایش زمینی و آماربرداری صد درصد از درختان صدمه دیده انجام گرفت. با توجه به این نکته که نتایج تحقیقات قبلی بیان داشته اند که اکثر درختان آسیب دیده در اثر عملیات چوبکشی به طور تصادفی در توده پراکنده نیستند (حسینی، ۱۳۷۳؛ نقدی، ۱۳۸۳؛ نیکوی، ۱۳۸۶؛ جورغلامی و همکاران، ۱۳۹۱؛ توانکار و بنیاد، ۱۳۹۳) و نزدیک مسیره های چوبکشی قرار دارند (Bettinger and Kellogg, 1993; Han, 1998; Froese and Han, 2006)، به منظور تعیین شدت خسارت درختان در اطراف مسیره های چوبکشی، درختان صدمه دیده در عملیات چوبکشی به پنج طبقه قطری (قطر برابر سینه) با کدهای ۱۱ (۱۰-۰ سانتی متر)، ۱۲ (۲۰-۱۰ سانتی متر)، ۱۳ (۴۰-۲۰ سانتی متر)، ۱۴ (۷۰-۴۰ سانتی متر) و ۱۵ (بیش از

### نتایج

- ارتباط بین گونه و درصد التیام زخم -  
 جدول ۱ مشخصه‌های مربوط به مساحت زخم، مساحت التیام و درصد التیام زخم در گونه‌های بررسی شده را نشان می‌دهد. ارتباط بین پنج گونه بررسی شده در این تحقیق و درصد التیام زخم با استفاده از آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس نشان داد که بین درصد التیام در گونه‌های مختلف، اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲). میانگین درصد التیام زخم در گونه‌های ممرز، افرا، بارانک، شیردار و نمدار به ترتیب ۳۱، ۴۵/۸، ۵۵، ۵۱/۵ و ۴۲/۷ درصد است. به عبارت دیگر گونه ممرز در بین گونه‌های مورد بررسی، دارای کمترین مقدار درصد التیام زخم است. ضریب همبستگی اسپیرمن نشان داد که ضریب همبستگی بین دو متغیر نوع گونه و درصد التیام زخم ۰/۳۱ بوده که در سطح ۱ درصد معنی‌دار است (جدول ۳).

کروسکال-والیس<sup>۱</sup> استفاده شده است که به آزمون پارامتری تجزیه واریانس شبیه است. در این آزمون سعی می‌شود وضعیت یک متغیر در بین چند گروه، مقایسه و ارزیابی شود. این آزمون، بسط یافته آزمون من-ویتنی است که چند گروه (و نه فقط دو گروه) را ارزیابی می‌کند. برای استفاده از این آزمون، متغیر مورد نظر باید دارای پیوستگی باشد و افراد در آن رتبه‌بندی شوند. همچنین باید نمره‌های افراد به ترتیب صعودی یا نزولی مرتب شده و سپس به آنها رتبه داده شود. افرادی که دارای نمره مساوی باشند، میانگین رتبه به آنها تعلق خواهد گرفت. همچنین به منظور بررسی ارتباط بین شدت زخم و درصد التیام زخم از آزمون ناپارامتری من-ویتنی<sup>۲</sup> استفاده شد. آزمون من-ویتنی برای مقایسه دو گروه مستقل از داده‌ها مناسب بوده و مبتنی بر رتبه داده‌هاست. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

جدول ۱- مشخصه‌های مساحت زخم، مساحت التیام و درصد التیام زخم در گونه‌های بررسی شده

گونه	ممرز		افرا پلت		بارانک		شیردار		نمدار	
	مساحت زخم	درصد التیام	مساحت زخم	درصد التیام	مساحت زخم	درصد التیام	مساحت زخم	درصد التیام	مساحت زخم	درصد التیام
پارامتر	۷۰۹	۱۸۰	۲۵۳	۴۵/۸	۳۳۰	۱۳۲	۵۵	۴۰۹	۱۴۲	۲۲۰
میانگین	۷۰۹	۳۱	۵۹۱	۴۵/۸	۳۳۰	۱۳۲	۵۵	۴۰۹	۱۴۲	۲۲۰
حداکثر	۲۶۱۸	۶۶۸	۱۹۱۱	۱۰۰	۸۸۸	۸۲۷	۹۱	۴۸۱	۱۰۷۸	۴۷۷
حداقل	۶۴	۱	۱۲۴	۱۳	۶۲	۳۰	۹	۸۱	۷۲	۱
انحراف از معیار	۴۹۸	۱۳۷	۴۸۷	۲۵/۸	۲۲۶	۱۲۵	۲۹/۴	۳۰۱	۴۴/۶	۱۶۱

جدول ۲- مشخصه‌های آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس

عامل	گونه	تعداد	میانگین رتبه	آماره‌های آزمون
درصد التیام	ممرز	۱۰۳	۷۱/۰۵	۱۸/۲۴۳
	افرا	۲۷	۱۰۱/۱۱	۴
	بارانک	۱۲	۱۱۱/۳۳	۰/۰۰۱
	شیردار	۱۲	۱۰۷/۹۲	
	نمدار	۱۱	۹۲/۳۶	
	جمع	۱۶۵		

<sup>۱</sup>Kruskal-Wallis test

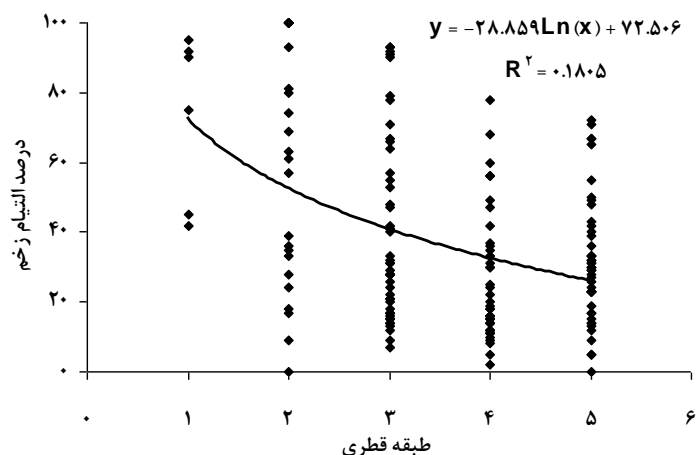
<sup>۲</sup>Mann-Witheny U test

جدول ۳- مشخصه‌های ضریب همبستگی اسپیرمن

آزمون	عامل	گونه	درصد التیام
ضریب همبستگی اسپیرمن	گونه	ضریب همبستگی	۰/۳۱۰
		معنی‌داری	۰/۰۰۰
درصد التیام زخم	تعداد	تعداد	۱۶۵
		ضریب همبستگی	۰/۳۱۰
	تعداد	معنی‌داری	۰/۰۰۰
		تعداد	۱۶۵

معنی‌داری با استفاده از آزمون F (جدول تجزیه واریانس) برای برآزش رابطه مناسب در شکل ۱ بررسی شد (جدول ۴). نتایج نشان داد که با افزایش قطر، نسبت التیام به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد.

- ارتباط بین قطر درخت و درصد التیام زخم نتایج نشان داد که با افزایش قطر درختان، درصد التیام زخم کاهش می‌یابد. التیام زخم از ۷۴ درصد در طبقه قطری ۱۰-۰ سانتی‌متری به ۲۳ درصد در طبقه قطری بیش از ۷۰ سانتی‌متری کاهش می‌یابد. سطح



شکل ۱- نمودار پراکنش ابرنقاط ارتباط بین طبقات قطری و میزان درصد التیام. (۱=طبقه قطری ۱۰-۰، ۲=۲۰-۱۰، ۳=۴۰-۲۰، ۴=۷۰-۴۰ و ۵<=۷۰)

جدول ۴- تجزیه واریانس ارتباط بین نسبت التیام و طبقات قطری

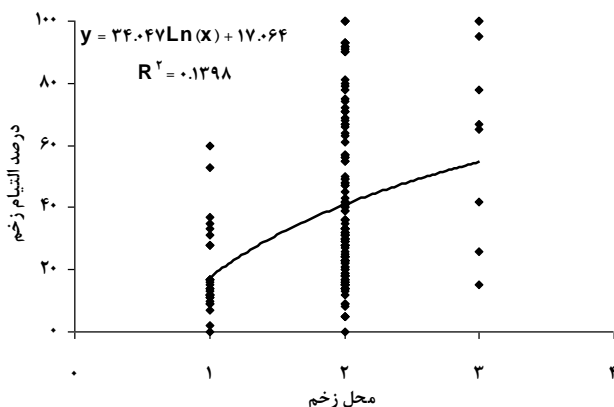
منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	f	سطح معنی‌داری (Sig.)	R <sup>2</sup>
رگرسیون	۲/۰۱۳	۱	۲/۰۱۳	۳۵/۹۱۸	۰/۰۰۰	۰/۱۸۰
خطا	۹/۱۳۴	۱۶۳	۰/۰۵۶			
مجموع	۱۱/۱۴۷	۱۶۴				

درصد التیام زخم افزایش پیدا می‌کند (شکل ۲). سطح معنی‌داری با استفاده از آزمون F (جدول تجزیه

- ارتباط بین محل زخم و درصد التیام نتایج نشان داد که با افزایش ارتفاع محل زخم،

قطری ۲۰-۱۰ سانتی‌متر و در محل ۲۰۰-۱۰۰ سانتی‌متر رخ داده است که موجب همپوشانی کامل سطح زخم شده است.

واریانس) برای برآزش رابطه مناسب در شکل ۲ بررسی شد (جدول ۵). کمترین درصد التیام زخم در طبقه قطری ۷۰-۴۰ سانتی‌متر و در محل ریشه با ۱۴/۷۳ درصد و بیشترین درصد التیام زخم در طبقه



شکل ۲- نمودار پراکنش ابر نقاط ارتباط بین محل زخم و درصد التیام. (۱ = ریشه - ۲ = ۱۰۰-۰ و ۳ = ۲۰۰-۱۰۰)

جدول ۵- تجزیه واریانس ارتباط بین درصد التیام و محل زخم

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	f	سطح معنی‌داری (Sig.)	R <sup>2</sup>
رگرسیون	۱/۵۸۴	۱	۱/۵۸۴	۲۶/۹۹	۰/۰۰۰	۰/۱۳۹
خطا	۹/۵۶۳	۱۶۳	۰/۰۵۹			
مجموع	۱۱/۱۴۷	۱۶۴				

وجود دارد (جدول ۶). ضریب همبستگی اسپیرمن نشان داد که ضریب همبستگی بین دو متغیر محل زخم و درصد التیام زخم ۰/۴۱ بوده که در سطح ۱ درصد معنی دار است (جدول ۷).

ارتباط بین محل زخم و درصد التیام زخم با استفاده از آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس نشان داد که با توجه به مقدار Sig. که کوچک‌تر از ۰/۰۵ است، می‌توان فرض صفر را رد کرد؛ یعنی بین درصد التیام در محل‌های مختلف زخم، اختلاف معنی‌دار

جدول ۶- مشخصه‌های آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس ارتباط بین محل زخم و درصد التیام زخم

عامل	محل زخم	تعداد	میانگین رتبه	آماره‌های آزمون
درصد	امتداد ریشه‌ها	۲۸	۴۳/۲۹	۲۸/۰۵۲
التیام	تا ۱ متر اول تنه	۱۲۸	۸۸/۷۶	۲
	بیش از ۱ متر	۹	۱۲۴/۶۱	۰/۰۰۰
	جمع	۱۶۵		

جدول ۷- مشخصه‌های ضریب همبستگی اسپیرمن بین محل زخم و درصد التیام

آزمون	عامل	گونه	درصد التیام
ضریب همبستگی اسپیرمن	محل زخم	ضریب همبستگی	۰/۴۱۳
	درصد التیام	معنی‌داری	۰/۰۰۰
ضریب همبستگی اسپیرمن	محل زخم	تعداد	۱۶۵
	درصد التیام	ضریب همبستگی	۰/۴۱۳
ضریب همبستگی اسپیرمن	محل زخم	معنی‌داری	۰/۰۰۰
	درصد التیام	تعداد	۱۶۵

مقدار Sig. که کوچک‌تر از ۰/۰۵ است، فرض صفر رد می‌شود (جدول ۹). در نتیجه می‌توان گفت شاخص میانه درصد التیام زخم در شدت زخم سطحی بزرگ‌تر از شدت زخم عمیق است و با هم اختلاف معنی‌داری دارند.

- ارتباط بین شدت زخم و درصد التیام زخم نتایج نشان داد که با افزایش شدت زخم، از کلاسه سطحی به زخم عمیق، درصد التیام از نظر آماری به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. سطح معنی‌داری با استفاده از آزمون F (جدول تجزیه واریانس) بررسی شد (جدول ۸).

نتایج آزمون من-ویننی نشان داد که با توجه به

جدول ۸- تجزیه واریانس ارتباط بین درصد التیام و شدت زخم

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	f	سطح معنی‌داری (sig)	R <sup>2</sup>
رگرسیون	۳/۱۹۰	۱	۳/۱۹۰	۶۵/۳۶۲	۰/۰۰۰	۰/۲۸۶
خطا	۷/۹۵۶	۱۶۳	۰/۰۴۹			
مجموع	۱۱/۱۴۷	۱۶۴				

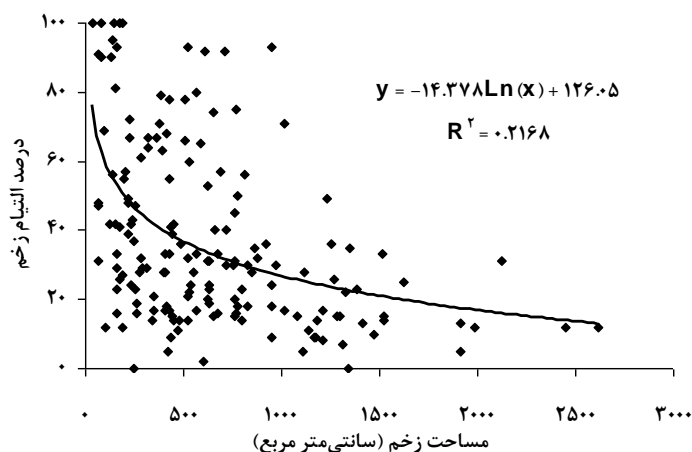
جدول ۹- مشخصه‌های آزمون ناپارامتری من-ویننی ارتباط بین شدت زخم و درصد التیام زخم

عامل	شدت زخم	تعداد	میانگین رتبه	آماره‌های آزمون
درصد التیام	شدت زخم سطحی	۵۸	۹۶/۸۷	من-ویننی ۲۲۹۸/۵۰
	شدت زخم عمیق	۱۰۷	۷۵/۴۸	معنی‌داری ۰/۰۰۶
	جمع	۱۶۵		

از آزمون F (جدول تجزیه واریانس) برای برآزش رابطه مناسب در شکل ۳ بررسی شد (جدول ۱۰).

- ارتباط بین مساحت زخم و درصد التیام زخم نتایج نشان داد که با افزایش اندازه زخم (مساحت اولیه زخم)، درصد التیام از نظر آماری به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. سطح معنی‌داری با استفاده





شکل ۳- نمودار پراکنش ابر نقاط تأثیر اندازه (مساحت اولیه زخم) بر درصد التیام

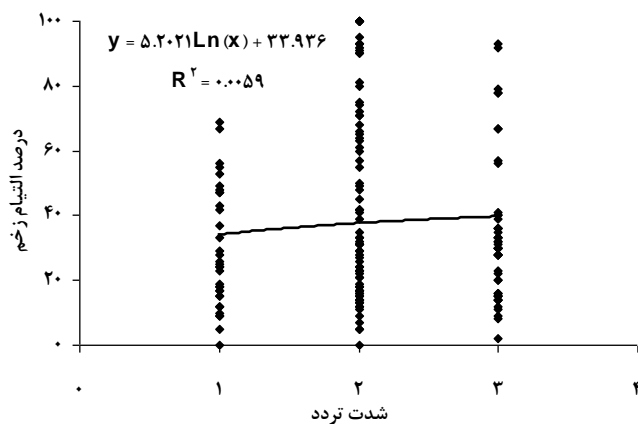
جدول ۱۰- تجزیه واریانس ارتباط بین درصد التیام و مساحت زخم

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	f	سطح معنی داری (Sig.)	R <sup>2</sup>
رگرسیون	۲/۴۲۳	۱	۲/۴۲۳	۴۵/۲۶۸	۰/۰۰۰	۰/۲۱۷
خطا	۸/۷۲۴	۱۶۳	۰/۰۵۴			
مجموع	۱۱/۱۴۷	۱۶۴				

استفاده از آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس نشان داد که بین درصد التیام در شدت‌های مختلف تردد، اختلاف معنی داری وجود ندارد (جدول ۱۲). ضریب همبستگی اسپیرمن نشان داد که ضریب همبستگی بین دو متغیر شدت تردد و درصد التیام زخم ۰/۰۴ است که در سطح ۵ درصد معنی دار نیست.

ارتباط بین شدت تردد و درصد التیام سطح معنی داری با استفاده از آزمون F (جدول تجزیه واریانس) برای برازش رابطه مناسب در شکل ۴ بررسی شد (جدول ۱۱). نتایج نشان داد که شدت تردد از نظر آماری، اثر معنی داری بر نسبت التیام زخم ندارد.

ارتباط بین شدت تردد و درصد التیام زخم با



شکل ۴- نمودار پراکنش ابر نقاط تأثیر شدت تردد بر درصد التیام زخم (۱= شدت تردد کم، ۲= متوسط و ۳= شدید).

جدول ۱۱- تجزیه واریانس ارتباط بین نسبت التیام و شدت تردد

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	f	سطح معنی داری (Sig.)	R <sup>2</sup>
رگرسیون	۰/۰۶۶	۱	۰/۰۶۶	۰/۹۶۴	۰/۳۲۸	۰/۰۶
خطا	۱۱/۰۸۱	۱۶۳	۰/۰۶۸			
مجموع	۱۱/۱۴۷	۱۶۴				

جدول ۱۲- مشخصه‌های آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس ارتباط بین شدت تردد و درصد التیام زخم

عامل	شدت تردد	تعداد	میانگین رتبه	آماره‌های آزمون
درصد التیام	شدت تردد کم	۳۴	۷۱/۱۸	۳/۸۲۲
	شدت تردد متوسط	۸۳	۸۹/۵۴	۲
	شدت تردد زیاد	۴۸	۸۰/۰۶	۰/۱۴۸
جمع		۱۶۵		

آماره‌ای، اثر معنی داری بر نسبت التیام زخم ندارد. مساحت زخم، مساحت التیام و درصد التیام با توجه به سن زخم در جدول ۱۴ آورده شده است.

- ارتباط بین سن زخم و درصد التیام زخم - سطح معنی داری با استفاده از آزمون F (جدول تجزیه واریانس) برای برازش رابطه مناسب بررسی شد (جدول ۱۳). نتایج نشان داد که سن زخم از نظر

جدول ۱۳- تجزیه واریانس ارتباط بین نسبت التیام و سن زخم

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	f	سطح معنی داری (Sig.)	R <sup>2</sup>
رگرسیون	۰/۰۰۵	۱	۰/۰۰۵	۰/۰۷۸	۰/۷۸۰	۰/۰۰۰
خطا	۱۱/۱۴۱	۱۶۳	۰/۰۶۸			
مجموع	۱۱/۱۴۷	۱۶۴				

جدول ۱۴- مساحت زخم، مساحت التیام و درصد التیام با توجه به سن زخم

سن زخم (سال)	تعداد	میانگین مساحت زخم (سانتی متر مربع)	میانگین مساحت التیام (سانتی متر مربع)	درصد التیام زخم
۵	۵۰	۵۱۶/۹۲	۱۲۷/۳۶	۲۴/۶۴
۶	۳۹	۷۲۹/۴۹	۱۵۸/۶۲	۲۱/۷۴
۷	۲۷	۵۲۵/۶۷	۳۰۵/۵۲	۵۸/۱۲
۸	۱۰	۵۸۱/۶۰	۲۳۸/۱۰	۴۰/۹۴
۱۶	۲۷	۸۶۵/۴۴	۲۳۲/۲۲	۲۶/۸۳
۱۷	۱۲	۷۴۰/۲۵	۱۳۵/۴۲	۱۸/۲۹
جمع	۱۶۵	۶۴۵/۷۹	۱۸۸/۳۶	۲۹/۱۷

مختلف، اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۱۵). هرچند، ضریب همبستگی اسپیرمن نشان داد که ضریب همبستگی بین دو متغیر سن زخم و درصد التیام زخم ۰/۰۷ است که در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیست (جدول ۱۶).

ارتباط بین شش گروه سنی بررسی شده در این تحقیق و درصد التیام زخم با استفاده از آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس نشان داد که با توجه به مقدار Sig. که کوچک‌تر از ۰/۰۵ است، می‌توان فرض صفر را رد کرد؛ یعنی بین درصد التیام در سنین

جدول ۱۵- مشخصه‌های آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس

عامل	سن زخم	تعداد	میانگین رتبه	آماره‌های آزمون
درصد التیام	۵ سال	۵۰	۷۷/۹۸	۵۱/۸۴۵
	۶ سال	۳۹	۵۹/۵۶	۵
	۷ سال	۲۷	۱۳۳/۶۹	۰/۰۰۰
	۸ سال	۱۰	۱۱۸/۹	
	۱۶ سال	۲۷	۷۶/۳	
	۱۷ سال	۱۲	۵۱/۲۱	

جدول ۱۶- مشخصه‌های ضریب همبستگی اسپیرمن

آزمون	عامل	گونه	درصد التیام
ضریب همبستگی اسپیرمن	سن زخم	ضریب همبستگی	۰/۰۷۷
		معنی‌داری	۰/۳۲۷
درصد التیام	زخم	تعداد	۱۶۵
		ضریب همبستگی	۰/۰۷۷
ضریب همبستگی اسپیرمن	درصد التیام	معنی‌داری	۰/۳۲۷
		تعداد	۱۶۵

### بحث

گونه ممرز بیش از ۶۲/۴ درصد درختان صدمه‌دیده را شامل می‌شود، درصد زیاد صدمه‌دیدگی این گونه در اثر عملیات چوبکشی به‌علت حساسیت این گونه به صدمات مکانیکی ناشی از چوبکشی نیست، بلکه در درجه اول مربوط به حضور غالب این گونه در توده‌های جنگلی (۷۲ درصد) مورد مطالعه است. به‌عبارت دیگر، در منطقه تحقیق، بیشتر درختان، ممرز هستند. اگرچه، درختان قطورتر و مسن‌تر که پوست ضخیمی دارند در مقابل صدمات

- مساحت زخم و مساحت التیام با توجه به گونه و سن زخم کمترین تعداد نمونه مربوط به گونه‌های افرا با سن زخم ۱۷ سال، بارانک با سن زخم ۸ سال و نمدار با سن زخم ۶ سال (یک اصله) و بیشترین تعداد نمونه مربوط به گونه ممرز با سن زخم ۶ سال (۳۶ اصله) است. کمترین مساحت التیام مربوط به گونه افرا با سن زخم ۱۷ سال با ۱۴/۶۲ درصد و بیشترین مساحت التیام مربوط به گونه بارانک با سن زخم ۸ سال با ۹۰/۱۵ درصد است.

(Han and Kellogg, 2000). در مجموع، مساحت زخم عامل بسیار مهمی است که در ایجاد پوسیدگی تأثیرگذار است (Aho *et al.*, 1983). نتایج تحقیق توانکار و بنیاد (۱۳۹۳) نشان داد که عوامل اندازه، شدت و محل زخم‌ها، و نیز قطر برابر سینه درختان صدمه‌دیده در وضعیت زخم‌ها تأثیر معنی‌داری داشتند و ۹۰/۶ درصد زخم‌های کوچک‌تر از ۱۰۰ سانتی‌متر مربع بسته بودند، اما ۵۰ درصد زخم‌های بزرگ‌تر از ۱۰۰۱ سانتی‌متر مربع به پوسیدگی و ۴۰/۹ درصد آنها به نابودی درخت منجر شده بودند.

نتایج این تحقیق نشان داد که بین درصد التیام در گونه‌های مختلف، اختلاف معنی‌داری وجود دارد که منطبق بر یافته‌های دیگر محققان است (حسینی، ۱۳۷۳؛ رشیدی، ۱۳۷۴؛ نقدی، ۱۳۸۳؛ نیکوی، ۱۳۸۶؛ جورغلامی و همکاران، ۱۳۹۱؛ Han, 1998; Han and Kellogg, 2000; ۱۳۹۳؛ Froese and Han, 2006). به نظر می‌رسد هم سوزنی‌برگان و هم پهن‌برگان، مستعد به قارچ پوسیدگی زخم هستند که معمولاً چندین متر در داخل تنه پراکنده می‌شود (Vasiliauskas, 1994).

هرچند، در مقایسه با گونه‌های دیگر، راش و بلوط مقاومت بیشتری به میکروارگانیزم‌های حمله‌کننده به زخم دارند (Vasiliauskas, 1994; Han, 1998). جدا از گونه درخت، طول پوسیدگی زخم ممکن است به عوامل دیگری مثل اندازه و سن زخم و قطر درخت بستگی داشته باشد (توانکار و بنیاد، ۱۳۹۳). سرعت التیام زخم به‌طور قابل توجهی با رویش شعاعی درخت در گونه پیسه‌آ و بلوط و ون مرتبط است (Vasiliauskas, 1994). این مورد دال بر این است که توان درخت عامل بسیار مهمی در التیام زخم است. در این تحقیق، بعد از گونه بارانک و شیردار، گونه افرا به‌عنوان یک گونه تندرشد، دارای درصد التیام چشمگیری است.

نتایج این تحقیق نشان داد با افزایش مساحت زخم، درصد التیام زخم کاهش می‌یابد. بیشترین

مکانیکی حاصل از چوبکشی مقاوم‌ترند که محققان دیگری به این نکته توجه کرده‌اند (Froehlich, 1976; Dimitri, 1983).

اهمیت طبقه‌بندی ارتفاع زخم در تنه درخت از آن جهت است که بیشتر زخم‌ها به ۱ متر اول تنه درخت وارد می‌شوند که با ارزش‌ترین قسمت درخت است و این موضوع سبب کاهش ارزش چوب درخت در برداشت‌های بعدی می‌شود. یافته‌های این تحقیق مشابه تحقیقات قبلی در این زمینه است که بیان می‌دارد آسیب‌ها به ابتدای تنه یا مجاورت آن وارد می‌شود (حسینی، ۱۳۷۳؛ رشیدی، ۱۳۷۴؛ نقدی، ۱۳۸۳؛ نیکوی، ۱۳۸۶؛ جورغلامی و همکاران، ۱۳۹۱؛ توانکار و بنیاد، ۱۳۹۳). در توده‌های پیسه‌آی برداشت‌شده به شیوه پناهی و گزینشی، تنها ۱۵ درصد از کل آسیب‌های درختان بالاتر از ۰/۵ متر قرار دارد و ۶۰ درصد از درختان در محل یقه ریشه و همچنین ارتفاع ۰/۳ متر از سطح زمین آسیب دیدند (Vasiliauskas, 1994).

نتایج نشان داد که با افزایش اندازه زخم (مساحت اولیه زخم)، درصد التیام از نظر آماری به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. این زخم‌ها اغلب در اثر برخورد گرده‌بینه‌های قطور در مرحله چوبکشی و وینچینگ اتفاق می‌افتد. در توده‌های سوزنی‌برگ، اندازه زخم در درختان صدمه‌دیده در محدوده ۰/۱۳ تا ۲۹۶۷/۷۷ سانتی‌متر مربع است (Bettinger and Kellogg, 1993). در مطالعه دیگری، تنها ۵ درصد از تمام زخم‌ها فراتر از ۳۰/۵ سانتی‌متر مربع است (Sidle and Laurent, 1986). در توده پیسه‌آ، آسیب‌های بهره‌برداری ممکن است به اندازه ۱۰۰۰-۳۵۰۰ سانتی‌متر مربع برسد.

Froese and Han (2006) نتیجه گرفتند که ۸۴ درصد زخم‌ها در تمام گونه‌ها کوچک‌تر از ۱۹۴ سانتی‌متر مربع بود. زخم شدن سبب پوسیدگی تنه به‌وسیله عوامل قارچی شده و به‌صورت بالقوه سبب از دست رفتن حجم مورد نظر در آینده خواهد شد

تأیید نشده است. نتایج نشان داد که دوره زمانی به-مدت ۱۷ سال عدم استفاده و رها کردن مسیرهای چوب‌کشی، سنی مناسب برای التیام کامل (بسته شدن) زخم نیست و احتمالاً به‌مدت زمان بیشتری نیاز است که این موضوع به عواملی از جمله شکل زخم، شدت زخم، اندازه زخم، فصل چوب‌کشی و نوع ماشین چوب‌کشی وابسته است. هر چند در این تحقیق عمده داده‌ها مربوط به سنین ۵ و ۶ سال است که به‌ندرت التیام کامل زخم اتفاق می‌افتد.

در توده‌های ناهمسال، خسارت به درختان و توده سرپا در طول سال‌ها باقی می‌ماند و سبب گسترش آنها می‌شود. اهمیت این موضوع تا آنجاست که با افزایش صدمات بهره‌برداری به توده، مزایای عملیات جنگلداری، در عمل مبدل به ایجاد زیان به توده می‌شود. بنابراین انتخاب روشی مناسب برای چوب‌کشی که خسارت به درختان باقی‌مانده در جنگل را حداقل سازد، بسیار مهم و اساسی است. صدمه به توده باقی‌مانده با طراحی و برنامه‌ریزی مناسب عملیات خروج چوب از جنگل و آموزش گروه بهره‌برداری می‌تواند کاهش یابد.

#### منابع

توانکار، فرزاد و امیراسلام بنیاد. ۱۳۹۳. بررسی آثار طولانی‌مدت صدمات بهره‌برداری بر کیفیت درختان باقی‌مانده در جنگل ناو اسالم گیلان، مجله محیط‌شناسی، ۴۰(۱): ۳۹-۵۰.

جورغلامی، مقداد، وحید ریزوندی و باریس مجنونیان، ۱۳۹۱. وسعت، الگو، اندازه و توزیع صدمه به درختان در اثر عملیات چوب‌کشی (مطالعه موردی: جنگل خیرود)، مجله جنگل ایران، ۴(۳): ۱۸۷-۱۹۶.

حسینی، سید محمد، ۱۳۷۳. بررسی اثرات بهره‌برداری بر توده جنگل در طرح جنگلداری دارابکلا، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریائی نور، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۱۷ ص.

درصد التیام زخم مربوط به مساحت کمتر از ۲۰۰ سانتی‌متر مربع است و در زخم‌های بزرگ‌تر از ۲۰۰ سانتی‌متر مربع، از درصد التیام زخم تا حد زیادی کاسته می‌شود. هر چند تحقیقات ثابت کرده است که وجود درختان با زخم‌های بسته‌شده در توده‌های جنگلی غیرمعمول نیست (Vasilaiuskas, 1994; Vasilaiuskas and Stenlid, 1998). بین مساحت زخم ابتدایی و احتمال بسته شدن کامل در توده نهالکاری گونه Sitka spruce، ارتباط معنی‌داری وجود دارد، تمام زخم‌های ساقه با اندازه ابتدایی کمتر از ۶۰ سانتی‌متر مربع بعد از ۱۵ سال به‌طور کامل بسته شدند، ولی هیچ زخمی با اندازه ابتدایی بزرگ‌تر از ۱۸۰ سانتی‌متر مربع در همان دوره زمانی بسته نشد (Welch et al., 1997). از سوی دیگر، (Smith et al., 1994) گزارش کردند که در توده آمیخته پهن‌برگ در ویرجینیای غربی، ۹۸ درصد از زخم‌های کوچک با اندازه بین ۶/۵ تا ۳۲۲ سانتی‌متر مربع در طول ۱۰ سال بعد از صدمات بهره‌برداری بسته شدند، در حالی که تنها ۲۸ درصد از زخم‌های بزرگ‌تر از ۳۲۲ سانتی‌متر مربع التیام یافتند. آنها همچنین مشاهده کردند که گونه‌های تندرشد مانند بلوط برگ‌ریز دارای سرعت التیام بیشتری برای زخم‌های کوچک‌اند. Han (1998) نتیجه گرفت که زخم‌هایی با عرض کمتر از ۱۰ سانتی‌متر عرض در طول مدت ۸ سال بسته شدند. در گونه دوگلاس که نسبت به پوسیدگی بسیار مقاوم است، هیچ اثری از زخم‌ها پس از ۲۱ سال مشاهده نشده است. نتایج تحقیق توانکار و بنیاد (۱۳۹۳) نشان داد که با گذشت ۱۲ سال زمان، صدمات بهره‌برداری بر درختان باقی‌مانده افزایش یافت و حدود یک‌سوم زخم‌ها ترمیم نیافت و به پوسیدگی و نابودی درختان منجر شد.

فرضیه مدنظر در این تحقیق که با گذشت زمان، در التیام یا بسته شدن زخم تنه درختان باقی‌مانده گونه‌های مختلف، از نظر آماری تفاوت معنی‌دار وجود دارد، عمدتاً توسط داده‌های مورد بررسی این تحقیق

- Han, H.S., 1998. Damage to young Douglas-fir stand from commercial thinning with various timber harvesting systems and silvicultural prescriptions: characteristics, sampling strategy for assessment and future volume loss. PhD thesis. Department of forest engineering. Faculty of natural resources. Oregon state university. 141 P.
- Han, H.S., and L.D. Kellogg, 2000. A comparison of sampling methods for measuring residual stand damage from commercial thinning, *Journal of Forest Engineering*, 11(1): 8-17.
- Hosius, D., 1967. Bark stripping consequences on beech, *Allgemeine Forst Zeitschrift*, 22: 484-487.
- Kovbasa, N.P., 1996. Distribution and spreading of wound rot in Belarus spruce stands and measures to limit the losses. PhD theses. Byelorussian Plant Protection Research Institute, Priluki-Minsk. 148 P.
- Neely, D., 1970. Healing of wounds on trees, *Journal of American Socceity of Horticulture Science*, 95: 536-540.
- Neely, D., 1979. Tree wounds and wound closure, *Journal of Arboriculture*, 5: 135-140.
- Ostrofsky, W.D., R.S. Seymour, and R.C. Lemin, 1986. Damage to northern hardwoods from thinning using whole-tree harvesting technology, *Canadian Journal of Forest Research*, 16: 1238-1244.
- Sidle, R.C., and T.H. Laurent, 1986. Site damage from mechanized thinning in southeast Alaska, *Northern Journal of Applied Forrestry*, 3: 94-97.
- Smith, H.C., G.W. Miller, and T.M. Schuler, 1994. Closure of logging wounds after 10 years, USDA Forest Service, Research Paper NE-RP-692. 6P.
- Staines, B.W., and D. Welch, 1984. Habitat selection and impact of red (*Cervus elaphus* L.) and roe (*Capreolus capreolus* L.) deer in a Sitka spruce plantation, *Proceedings of Royal Society of Edinburgh*, 82: 303-319.
- Vasiliauskas, R., 1994. Wound healing rate and its influence on spread of decay in spruce, *Proceedings of Lithuanian Forert Research Institute*, 34: 207-212.
- رشیدی، رضا، ۱۳۷۴. اثر صدمات مکانیکی در رشد درختان راش، مجله منابع طبیعی ایران، ۴۷: ۵۸-۷۰.
- نقدی، رامین، ۱۳۸۳. بررسی و مقایسه روشهای بهره‌برداری تمام‌تنه و گرده‌بینه به منظور ارزیابی مدل مناسب شبکه جاده‌های جنگلی در حوزه نکاء، پایان‌نامه دکتری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، دانشگاه تربیت مدرس، ۲۳۸ ص.
- نیکوی، مهرداد، ۱۳۸۶. بهینه کردن هزینه‌های تولید و کاهش صدمات بهره‌برداری و حمل و نقل به چوب، درخت و جنگل با طراحی بهره‌برداری، رساله دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۸۷ ص.
- Aho, P.E., G. Fiddler, and M. Srago, 1983. Logging damage in thinned, young growth true fir stands in California and recommendations for prevention, USDA Forest Service, PNW Forest and Range Experimental Station Research Paper, PNW-RP-304. 8 P.
- Bettinger P., and L.D. Kellogg, 1993. Residual stand damage from cut-to-length thinning of second growth timber in the Cascade Range of western Oregon, *Forest Product Journal*, 43(11/12): 59-64.
- Dimitri, L., 1983. Wound decay following tree injury in forestry: establishment, significance and possibilities of its prevention, *Forestry*, 102: 68-79.
- Fillip, G.M., C.A. Parks, B.E. Wickman, and R.G. Mitchell, 1995. Tree wound dynamics in thinned and unthinned stands of grand fir, ponderosa pine, and lodgepole pine in eastern Oregon, *Northwest Science*, 69(4): 276-283.
- Froehlich, H.A., 1976. The influence of different thinning systems on damage to soil and trees, *Forest Commission Bulletin*, 55: 102-105.
- Froese, K., and H.S. Han, 2006. Residual Stand Damage from Cut-to-Length Thinning of a Mixed Conifer Stand in Northern Idaho, *Western Journal of Applied Forestry*, 21(3): 142-148.

Vasiliauskas, R., and J. Stenlid, 1998. Discoloration following bark stripping wounds on *Fraxinus excelsior*, *European Journal of Forest Pathology*, 28: 383-390.

Welch, D., D. Scott, and B.W. Staines, 1997. Bark stripping damage by red deer in a Sitka spruce forest in Western Scotland. III. Trends in wound condition, *Forestry*, 70: 11-120.

Youngblood, A., 2000. Damaged to residual trees and advanced regeneration from skyline and forwarding yarding in mixed-conifer stands of northeastern Oregon, *Western Journal of Applied Forestry*, 15(2): 101-107.

## Long-term impact evaluation of ground-based skidding on residual damaged trees (Case study: Tavir forest management plan)

E. Sarayelou<sup>1</sup>, M. Jourgholami<sup>2\*</sup>, and B. Majnounian<sup>3</sup>

<sup>1</sup> MSc. Student of Forest Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran

<sup>2</sup> Associate Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran

<sup>3</sup> Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran

(Received: 16 February 2015, Accepted: 29 April 2015)

### Abstract

The use of ground-based skidding is well accepted practice for the extraction of timber from the forest, but this has tended to cause the greatest environmental problems. We test the hypothesis that, over time, there was a statistically significant difference among the progressive decay and wound healing or closure in the residual trees of different species. The present study aims to address the following items: proportion of the remaining trees, how extensive is the spread of wound decay in individual stems by wound size and wound age. Long-term impact evaluation on residual damaged trees was carried out in the Tavir forest management plan in Aliabad-e-Katoul. Variation in wound infection frequency could be attributed to several factors, such as differences in size and age of wounds, position of wound on a tree. The results showed that there was a significant relationship between the species type and amount of healing. By increasing the diameter of the tree species, the ratio of healing decreased. By increasing the height of wound from the stump, wound-healing rate increased. The results showed that the deep wounds of the trunk will be healed later than superficial wounds. Regardless of the type species, by increasing the size of the wound, the wound healing significantly (in a logarithmic relationship) was reduced. The results showed that there was not a statistically significant relationship between scar closure and wound age. Damage to the residual stand might be reduced by proper planning and training the logging crews.

**Keywords:** Ground-based skidding, Management planning, Scar closure, Tavir forest, Wound age, Wound size.

---

\*Corresponding author

Tel: +982632249312

Email: mjgholami@ut.ac.ir