

## تجزیه و تحلیل فنی زخم‌های وارد شده به درختان حاشیه

### مسیر بر اثر عملیات چوبکشی

- ❖ فرشاد کیوان بهجو\*؛ دانشیار دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
- ❖ باریس مجنونیان؛ استاد گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، تهران
- ❖ منوچهر نمیرانیان؛ استاد گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، تهران

#### چکیده

عملیات بهره‌برداری جنگل نظام مهندسی با هدف پیشینه‌کردن کارایی و کمینه‌کردن آثار نامطلوب است. این بررسی در پارسل‌های ۲۲۰ و ۲۲۵ از سری نمخانه در جنگل خیرودکنار نوشهر انجام شد. در این بررسی، خسارات ناشی از عملیات چوبکشی با استفاده از اسکیدر تیمبرجک ۴۵۰ سی، بر درختان سرپا ارزیابی شد. نتایج این بررسی نشان داد که به‌ترتیب در دو پارسل ۲۲۰ و ۲۲۵، ۸۰/۶ درصد و ۷۲/۷ درصد از آسیب‌های حاصل از چوبکشی در قسمت‌های پایین ساقه درخت (ریشه و ۰/۳-۰ متر از بن درخت) رخ داده است و بیش از ۴۰ درصد از زخم‌ها مساحتی کمتر از ۲۰۰ سانتی‌متر مربع دارند، ولی ۵۷ درصد از زخم‌ها منجر به آسیب به کامیوم شده است. همچنین نتایج تحقیق نشان داد که با وجود شدت بهره‌برداری کمتر در پارسل ۲۲۵ در مقایسه با پارسل ۲۲۰، میانگین عرض زخم‌ها در پارسل ۲۲۵ (۱۰/۴۳ سانتی‌متر) بیشتر از پارسل ۲۲۰ (۹/۰۶ سانتی‌متر) است که این مورد مهم به تعداد قوس‌های بیشتر (حدود ۲ برابر) در مسیرهای چوبکشی پارسل ۲۲۵ در مقایسه با پارسل ۲۲۰ مربوط می‌شود. نتیجه آنالیز واریانس با طبقه‌بندی دوطرفه نیز نشان داد که از نظر نسبت عرض زخم به محیط درخت بین دو پارسل مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود دارد ( $F=9.01, P=0.003, df=1$ ). در کل می‌توان چنین نتیجه گرفت که افزایش تعداد قوس‌های موجود در مسیرهای چوبکشی در مقایسه با شدت بهره‌برداری آثار تخریبی بیشتری بر درختان حاشیه مسیر بر جا گذاشته است.

واژگان کلیدی: عرض زخم، قوس، مسیر چوبکشی، نسبت عرض زخم به محیط.

## مقدمه

عملیات بهره‌برداری جنگل نظام مهندسی با هدف پیشینه‌کردن کارایی و کمینه‌کردن آثار نامطلوب است که در بیشتر موارد رژیم‌های پرورش توده جنگلی را در بر می‌گیرد و می‌تواند بر آن‌ها تأثیر بگذارد؛ بنابراین باید با حداقل کردن خسارات محیط زیستی وارد بر درختان سرپا، رویشگاه‌ها را برای زادآوری آماده کرد و به حفظ و بهبود کیفیت توده‌های جنگلی پرداخت. یکی از موارد برای رسیدن به این هدف مهم، آگاهی از میزان و شدت آسیب‌های وارد شده به درختان سرپا و ارزیابی آثار بعد از عملیات چوبکشی است تا قدمی برای رسیدن به مدیریت پایدار در جنگل‌های شمال ایران برداشته شود، زیرا با داشتن اعداد و ارقام مربوط به میزان و شدت آسیب‌های وارد شده به درختان سرپا، به‌عنوان یک میزان حداقل، می‌توان میزان و شدت آسیب‌های وارد شده در مناطق مشابه با آن را با میزان حداقل و با استفاده از معیار آماری با هم مقایسه کرد و در صورتی که این مقادیر به‌صورت معنی‌داری بیشتر باشد مجریان طرح‌ها را جریمه و اگر کمتر باشد تشویق کرد. بنابراین نظارت بر عملیات چوبکشی از ارکان مهم برای رسیدن به توسعه پایدار جنگل‌هاست. بهره‌برداری از جنگل به هر روشی که صورت بگیرد آسیب به توده باقی‌مانده را به‌همراه خواهد داشت [۱]. از طرفی پرواضح است که تلاش‌های منطقی برای کاهش میزان آسیب به درختان سرپا به افزایش پایداری جنگل کمک خواهد کرد [۲]. بر اساس نتایج تحقیق آهو و همکاران صدمات با مساحت بیشتر، به سریع‌تر شدن و بیشتر شدن فرایند پوسیدگی تنه درختان منجر می‌شود [۳]. ایزوماکی و کالیو نیز طی تحقیقی در جنگل‌های جنوب فنلاند گزارش کردند که پهنای آسیب ۵-۱۰ سانتی‌متر و ۱۷-۳۵ سانتی‌متر به ترتیب رشد قطری را ۱۰ و ۳۵ درصد کاهش می‌دهد. بنابراین بهبود

زخم‌های عریض‌تر بیشتر از زخم‌های دراز و باریک، زمان‌بر است [۴]. حسینی و همکاران در منطقه ساری صدمات بهره‌برداری در دو سیستم چوبکشی مکانیزه (کابل هوایی و زمینی) بر تنه درختان باقی‌مانده را بررسی کردند و نتیجه تحقیق نشان داد که در سیستم چوبکشی زمینی ۹۲/۸ درصد از زخم‌ها در ارتفاع کمتر از ۱ متر، ۶/۲ درصد در ارتفاع ۱ تا ۲ متر اول تنه، و ۱ درصد از زخم‌ها در ارتفاع بیشتر از ۲ متر ایجاد شده‌اند. از طرفی در سیستم کابل هوایی، ۵۱/۵ درصد از زخم‌ها در ارتفاع کمتر از ۱ متر، ۱ درصد در ارتفاع ۱ تا ۲ متر اول تنه، و ۴۷/۵ درصد از زخم‌ها در ارتفاع بیشتر از ۲ متر مشاهده شد [۵]. نتایج تحقیق نقدی و همکاران در جنگل‌های شفاورد نشان داد که ۲۱/۸ درصد از درختان موجود در قطعات نمونه در نتیجه عملیات قطع دچار آسیب شده‌اند [۶]. همچنین بررسی زخم‌های ایجاد شده در تنه درختان موجود در محدوده نوارهای جمع‌آوری و حاشیه مسیرهای چوبکشی نشان داد که اکثر این زخم‌ها در ارتفاع کمتر از ۱ متری از بن درخت تشکیل شده‌اند [۷، ۸]؛ که این زخم‌ها در بیشتر موارد عمقی‌اند که خسارات زیستی مانند قارچ‌ها و حشرات نیز به‌آسانی این نوع از زخم‌ها را به‌سبب نزدیکی به سطح زمین تحت تأثیر قرار می‌دهند [۹]. بر اساس نتایج تحقیق فاجوان و همکاران در منطقه آپالاچین، با افزایش اندازه درخت و فاصله از حاشیه مسیر چوبکشی احتمال صدمه به درختان سرپا کاهش خواهد یافت [۱۰]. جکسون و همکاران میزان تخریب عرصه و آسیب به توده باقی‌مانده در طول عملیات بهره‌برداری را در جنگل‌های گرمسیری بولیوی بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که به‌طور متوسط ۴۴ درصد از درخت برای خروج هر درخت نشانه‌گذاری شده صدمه می‌بیند که ۲۲ درصد از درخت به شدت زخمی می‌شود یا از بین می‌رود [۱۱]. هان و

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در بخش نمخانه حوضه آبخیز خیرود در کنار نوشهر قرار گرفته است که این مطالعه در دو پارسل از این بخش یعنی پارسل‌های ۲۲۰ و ۲۲۵ محدود شد. حوضه آبخیز خیرود نوشهر بر اساس حوضه‌بندی آبخیزهای جنگلی شمال ایران در حوضه آبخیز شماره ۴۲ از این جنگل‌ها قرار گرفته که این حوضه تحت مدیریت دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران است. متوسط شیب و متوسط ارتفاع از سطح دریا در دو پارسل ۲۲۰ و ۲۲۵ به ترتیب ۱۰۰۰-۱۱۳۵ متر و ۱۱۰۰-۱۱۹۰ متر و حجم در هکتار در دو پارسل ۵۰۴/۱۸ و ۳۰۱/۰۸ متر مکعب است. مساحت منطقه مورد مطالعه ۲۷/۳ و ۵۵/۸ هکتار و تعداد در هکتار ۱۷۳/۱۱ و ۱۲۲/۵۸ اصله است. منطقه مورد مطالعه شامل جنگل‌های آمیخته ناهمسال شامل راش و ممرز به‌عنوان گونه‌های غالب و نیز توسکا و افراست. برای پایدار شدن توده از شیوه‌گزینی برای مدیریت این جنگل‌ها استفاده می‌شود. فواصل زمانی ورود به توده نیز ۱۰ سال است. در جریان عملیات بهره‌برداری ابتدا درختان با ارموتوری قطع شدند و در مرحله بعد با استفاده از اسکیدر تیمبرجک ۴۵۰ سی و با روش بهره‌برداری گرده‌بینه، اقدام به خروج گرده‌بینه‌ها از جنگل شد. و حدوداً ۳۲/۲۸ و ۱۲/۷۱ متر مکعب (۱۰ و ۳ درخت) در هکتار چوب به‌ترتیب در دو پارسل ۲۲۰ و ۲۲۵ خارج شدند.

### روش‌ها

در منطقه تحقیق از روش بهره‌برداری گرده‌بینه برای خروج مقطوعات استفاده شد. برای تعیین میزان خسارات ناشی از کشیدن گرده‌بینه‌ها، از مسیرهای چوبکشی به محل دپوها، با تهیه فرم، بررسی خسارت به درختان باقی‌مانده انجام شد. در ابتدا نحوه استقرار

همکاران در ارگون آمریکا روشی را که امکان ارزیابی سریع و آسان خسارات به توده را در عملیات بهره‌برداری گزینشی فراهم می‌کرد، ارائه کردند. در تحقیق دیگری مشخص شد که با افزایش شدت تنک‌کردن میزان آسیب به درختان سرپا زیاد می‌شود [۱۲]. گایت و استامباو زخم‌های حاصل از آتش‌سوزی را در توده‌های بلوط بررسی کردند، و با استفاده از رگرسیون لجستیک احتمال آسیب را تابعی از متغیرهای مستقل قطر، نرخ رشد، و سن به‌دست آوردند [۱۳]. شائو و همکاران مدیریت یکپارچه توده و چشم‌انداز انجام‌دادن بهره‌برداری چندمنظوره را بررسی کردند. آن‌ها در این بررسی برای تعیین شدت بهره‌برداری و سیکل برش از سیستم تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده کردند؛ همچنین شدت‌های بهره‌برداری متوسط را برای مدیریت پایدار جنگل برگزیدند [۱۴]. در تحقیق سووا و استانژیکیه‌ویژ در لهستان تأثیر فنآوری‌های مورد استفاده در بهره‌برداری به شیوه‌گزینشی روی سطح تخریب درخت در توده‌های کوهستانی تنک‌شده تعیین شد. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که شرایط زمین به‌طور محسوس بر میزان آسیب به درختان سرپا مؤثر است [۱۵]. نتایج تحقیق ییلماز و آکای نشان داد که درختان سرپا با آسیب به کامبیوم بیشتر تحت تأثیر حملات حشرات و قارچ‌ها قرار دارند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که در توده‌های مورد بررسی تعداد زخم‌های وارد شده به درختان در چوبکشی با اسب بیشتر از انتقال با کابل است [۱۶]. گفتنی است که این تحقیق با دو هدف، یعنی تعیین میزان آسیب به درختان سرپا در شیوه‌گزینشی بعد از اجرای عملیات چوبکشی و تجزیه و تحلیل فنی - آماری زخم‌های ایجادشده بر روی درختان سرپا انجام شده است.

تحقیق، هر قسمت از مسیر چوبکشی قبل از شاخه‌بندی شدن به یک بخش (سگمنت<sup>۱</sup>) تقسیم شد که به همین ترتیب بعد از شاخه‌بندی شدن تشکیل سگمنت بعدی را خواهد داد. سپس مشخصات مربوط به هر سگمنت شامل شیب طولی، طول، تعداد قوس، کل درختان موجود، کل درختان زخمی، درختان زخمی به‌ازای واحد طول، و نسبت درختان زخمی به کل درختان مربوط به هر سگمنت برداشت شد تا در مراحل بعد بتوان آسیب‌ها را به نحو بهتر تجزیه و تحلیل کرد. در توصیف طرح آماری مورد استفاده در این تحقیق، باید ذکر شود که محل پارسل‌ها به‌عنوان بلوک و مقادیر عرض زخم، و نسبت عرض زخم به محیط درخت به‌عنوان تیمار در نظر گرفته شد و صفات مورد مطالعه نیز نوع آسیب بود. بنابراین در این بررسی، ارزیابی و تجزیه و تحلیل آماری خسارات ناشی از اجرای بهره‌برداری بر روی توده سرپا با توجه به پارامترهای مذکور و انتخاب روش مناسب برای اندازه‌گیری هریک انجام شد.

درختان سرپا در حاشیه مسیره‌های چوبکشی در فواصل گوناگون (کمتر از ۰/۵ متر، ۰/۵-۱ متر، ۱-۰/۵ متر، ۱-۱/۵ متر و بیشتر از ۱/۵ متر) و تا فاصله ۲ متری از لبه مسیر مشخص شد. در بررسی خسارت به درختان سرپا مشخصه‌هایی نظیر محل زخم، مساحت زخم، و عمق زخم [۹]، که در جدول‌های ۱ و ۲ و ۳ آمده است، نسبت عرض زخم به محیط درخت [۱۱، ۱۳] مدنظر قرار گرفت. نسبت عرض زخم به محیط نیز از عوامل مهم است، به‌طوری که با افزایش میزان این نسبت رشد قطری درخت کاهش می‌یابد [۱۰]. سپس تعداد و نسبت درختان آسیب‌دیده به ترتیب گونه در هر پارسل تعیین شد. گام بعدی در این بررسی تعیین میزان خسارت ناشی از خروج تنه‌ها و گرده‌بینه‌ها از محل مسیر چوبکشی به دپو بود. بنابراین با تهیه فرم‌های لازم و کدبندی آسیب‌ها نظیر مراحل قبل، میزان خسارت به درختان باقی‌مانده بررسی شد. در این بررسی، برای تعیین آسیب وارده به درختان سرپا در مسیره‌های چوبکشی و تفکیک آسیب‌ها در قسمت‌های گوناگون مسیر، برای همگن کردن منطقه

جدول ۱. کدبندی مکان زخم بر روی تنه درختان سرپا

محل زخم روی تنه درخت	بر روی ریشه	ارتفاع ۰-۰/۳ متر	ارتفاع ۰/۳-۱ متر	بیشتر از ۱ متر
کد	۱	۲	۳	۴

جدول ۲. کدبندی اندازه زخم بر روی تنه درختان سرپا

مساحت زخم	کمتر از ۲۰۰ Cm <sup>2</sup>	۲۰۰-۵۰۰ Cm <sup>2</sup>	بیشتر از ۵۰۰ cm <sup>2</sup>
کد	۱	۲	۳

جدول ۳. کدبندی شدت زخم بر روی تنه درختان سرپا

عمق زخم	آسیب به پوست	آسیب به کامبیوم
کد	۱	۲

## نتایج و بحث

## نحوه استقرار درختان باقی مانده در اطراف

## مسیرهای چوبکشی

نتایج نشان داد که بیشتر درختان به کناره مسیر چوبکشی (در فاصله کمتر از ۰/۵ متری از لبه مسیر) چسبیده‌اند؛ به طوری که در پارسل ۲۲۰، ۵۰ درخت (۴۸ درصد از درختان)، و در پارسل ۲۲۵، ۵۳ درخت (۵۴ درصد از درختان) در فاصله کمتر از ۰/۵ متری از لبه مسیر استقرار دارند.

## نحوه اندازه‌گیری آسیب به توده باقی مانده

بعد از پایان عملیات چوبکشی، آماربرداری ۱۰۰ درصد در دو پارسل برای جمع‌آوری اطلاعات مربوط به وضعیت خسارت به درختان باقی مانده در حاشیة مسیرهای چوبکشی در منطقه مورد مطالعه انجام شد. با ارزیابی وضعیت خسارت به درختان، همه درختان با قطر برابر سینه بیشتر از ۷/۵ سانتی‌متر در فاصله ۲ متری از دو طرف لبه مسیر چوبکشی بررسی شدند. آسیب‌های حاصله روی توده باقی مانده با اندازه‌گیری عوامل متغیر شامل نوع گونه درختان (راش، افرا، توسکا، ممرز، و بلوط)، مکان آسیب (ریشه: ۰-۰/۳ متر، ۱-۰/۳ متر، و بیشتر از ۱ متر)، اندازه آسیب (۲۰۰، ۲۰۰-۵۰۰ و ۵۰۰+ سانتی‌متر مربع)، شدت

آسیب (پوست و کامبیوم)، و نسبت عرض زخم به محیط (پیرامون) درخت همراه بود. در کل، طول مسیرهای چوبکشی در پارسل‌های ۲۲۰ و ۲۲۵ در پارسل‌های مورد مطالعه به ترتیب ۹۷۳/۱ متر و ۱۰۶۹ متر بود. و در پارسل‌ها به ترتیب ۱۰۸ و ۹۸ اصله درخت در حاشیة مسیرهای چوبکشی بررسی شدند که در دو پارسل به ترتیب شامل گونه‌های راش، ممرز، افرا، توسکا، و بلوط بودند. شدت بهره‌برداری در پارسل‌های ۲۲۰ و ۲۲۶ به ترتیب ۳۲/۲۸ و ۱۲/۷۱ متر مکعب در هکتار است؛ به عبارتی شدت بهره‌برداری در پارسل ۲۲۰ حدود ۲/۵ برابر پارسل ۲۲۵ است. در هر پارسل بخش‌بندی یا سگمنت‌بندی مسیرهای چوبکشی انجام شد. مشخصات مربوط به هر سگمنت شامل شیب طولی، طول، کل درختان موجود، کل درختان زخمی، درختان زخمی به‌ازای واحد طول، و نسبت درختان زخمی به کل درختان مربوط به هر سگمنت، در جدول‌های ۴ و ۵ آمده است. از نظر میزان درختان آسیب‌دیده به‌ازای واحد طول (متر)، بیشترین آسیب در پارسل ۲۲۰ مربوط به سگمنت‌های ۱، ۴، و ۵، و از نظر نسبت درختان زخمی به کل درختان نیز بیشترین آسیب در پارسل ۲۲۰ مربوط به سگمنت‌های ۱، ۴، و ۵ است (جدول‌های ۴ و ۵).

جدول ۴. گونه‌های آسیب‌دیده در پارسل ۲۲۰

شاخه (سگمنت)	شیب طولی	طول قوس	تعداد کل درختان	درختان زخمی	درختان زخمی به طول	درختان زخمی به کل
۱	۵	۱۷۸	۷	۱۸	۰/۰۶	۰/۶۱
۲	۱۴	۲۷۰	۶	۲۳	۰/۰۲	۰/۳۰
۳	۲۱	۳۴۵	۶	۳۵	۰/۰۵	۰/۴۶
۴	۱۶	۶۰	۳	۱۰	۰/۱۳	۰/۸۰
۵	۲۱	۵۱	۳	۸	۰/۰۸	۰/۵۰
۶	۲۴	۷۰	۱	۱۰	۰/۰۳	۰/۲۰

جدول ۵. گونه‌های آسیب‌دیده در پارسل ۲۲۵

شاخه (سگمنت)	شیب طولی	طول قوس	تعداد کل درختان	درختان زخمی	درختان زخمی به طول	درختان زخمی به کل
۱	۲۵	۱۵۰	۴	۱۷	۰/۰۷	۰/۵۹
۲	۱۱	۱۹۵	۶	۹	۰/۰۲	۰/۵۶
۳	۱۲	۱۵۰	۷	۱۸	۰/۰۵	۰/۳۹
۴	۸	۲۵۵	۱۲	۲۷	۰/۰۴	۰/۳۷
۵	۹	۲۴۰	۱۴	۲۸	۰/۰۶	۰/۵۰

جدول ۶. تعداد درختان آسیب‌دیده به ترتیب گونه در پارسل ۲۲۰

گونه	ممرز	راش	افرا	توسکا
تعداد آسیب‌دیده	۲۴	۱۸	۵	۱

جدول ۷. تعداد درختان آسیب‌دیده به ترتیب گونه در پارسل ۲۲۵

گونه	ممرز	راش	افرا	توسکا	بلوط
تعداد آسیب‌دیده	۳۷	۳	۱	۴	۱

ترتیب گونه نشان داده شده است. ملاحظه می‌شود که در هر دو پارسل بیشترین درختان زخمی شده مربوط به گونه ممرز است.

### گونه‌های درختی

نتایج نشان داد که تعداد راش، ممرز، افرا، و توسکای آسیب‌دیده در پارسل ۲۲۰ به ترتیب ۱۹، ۲۶، ۱۳، و ۱ اصله و در پارسل ۲۲۵ به ترتیب ۶، ۳۵، ۲، و ۴ اصله به همراه ۱ اصله بلوط بوده و کل خسارت‌های حاصل از چوبکشی در محل‌های پایین تنه درخت اتفاق افتاده است (جدول‌های ۸ و ۹).

همچنین از نظر میزان درخت آسیب‌دیده به‌ازای واحد طول (متر) بیشترین آسیب در پارسل ۲۲۵ مربوط به سگمنت‌های ۵ و ۱، و از نظر نسبت درختان زخمی به کل نیز بیشترین آسیب در پارسل ۲۲۰ مربوط به سگمنت‌های ۱، ۲، و ۵ است (جدول‌های ۴ و ۵). از طرفی تعداد کل قوس‌های شمارش شده در پارسل‌های ۲۲۰ و ۲۲۵ به ترتیب ۲۶ و ۴۳ مورد است. به‌عبارتی تعداد کل قوس‌های شمارش شده در پارسل ۲۲۵ حدود ۲ برابر تعداد کل قوس‌های شمارش شده در پارسل ۲۲۰ است. در جدول ۶ و ۷ تعداد درختان آسیب‌دیده به

جدول ۸. تعداد گونه‌های آسیب‌دیده در پارسل ۲۲۰

گونه	کل	زخمی	سالم	زخمی به کل
ممرز	۵۵	۲۴	۳۱	۰/۴۴
راش	۳۶	۱۸	۱۸	۰/۵۰
افرا	۱۳	۵	۸	۰/۳۸
توسکا	۱	۱	۰	۱

جدول ۹. تعداد گونه‌های آسیب‌دیده در پارسل ۲۲۵

گونه	کل	زخمی	سالم	زخمی به کل
ممرز	۷۴	۳۷	۳۷	۰/۵۰
راش	۷	۳	۴	۰/۴۳
افرا	۷	۱	۶	۰/۱۴
توسکا	۷	۴	۳	۰/۵۷
بلوط	۱	۱	۰	۱

جدول ۱۰. میزان آسیب به درختان سرپا بر اساس مکان آسیب در پارسل‌های مورد بررسی

شماره پارسل	مکان آسیب	ریشه	۰/۳-۰	۰/۳-۱	بیشتر از ۱ متر
پارسل ۲۲۰		۴۶	۳۳	۱۷	۲
پارسل ۲۲۵	تعداد زخم‌ها	۳۸	۲۶	۱۹	۵

## مکان آسیب

اکثر موارد عرض زخم بیشتر از طول زخم است، زیرا تماس در جهت افقی و به‌صورت مکرر بین گرده‌بینه‌های منتقل شده و تنه درختان حاشیة مسیر چوبکشی موجب افزایش عرض آسیب می‌شود. می‌توان اندازه آسیب (مساحت زخم) را مهم‌ترین عامل در پوسیدگی دانست (جدول ۱۱).

## شدت آسیب

نتایج نشان می‌دهد که به‌ترتیب در دو پارسل ۲۲۰ و ۲۲۵ حدود ۵۵/۱ درصد (۵۴ زخم) و ۵۹/۱ درصد (۵۲ زخم) از آسیب‌ها به ناحیة کامبیوم وارد شده‌اند (جدول ۱۲).

نتایج نشان داد که تعداد آسیب‌های ناحیة ریشه، ۰-۰/۳، ۰/۳-۱، و بیشتر از ۱ متر در پارسل ۲۲۰ به‌ترتیب ۴۶، ۳۳، ۱۷، و ۲ و در پارسل ۲۲۵ به‌ترتیب ۳۸، ۲۶، ۱۹، و ۵ است (جدول ۱۰). همچنین نتایج حاکی از آن است که به‌ترتیب در دو پارسل ۲۲۰ و ۲۲۵، ۸۰/۶ درصد و ۷۲/۷ درصد از آسیب‌های حاصل از چوبکشی در قسمت‌های پایین ساقه درخت (ریشه: ۰-۰/۳ متر) رخ می‌دهند.

## اندازه آسیب

اندازه آسیب‌ها با محاسبه عرض، طول، و در نتیجه سطح آسیب ارزیابی شد. در عملیات چوبکشی در

جدول ۱۱. میزان آسیب به درختان سرپا بر اساس شدت آسیب در پارسل‌های مورد بررسی

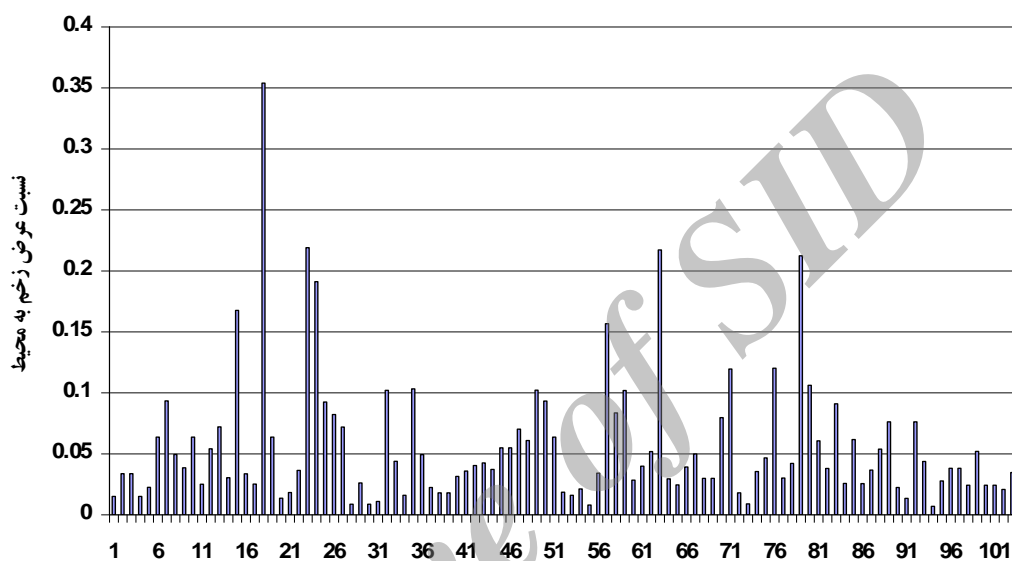
شماره پارسل	اندازه آسیب	۲۰۰-۰	۵۰۰-۲۰۰	>۵۰۰
پارسل ۲۲۰		۵۱	۲۵	۲۲
پارسل ۲۲۵	تعداد زخم‌ها	۳۰	۳۹	۱۹

جدول ۱۲. میزان آسیب به درختان سرپا بر اساس شدت آسیب در پارسل‌های مورد بررسی

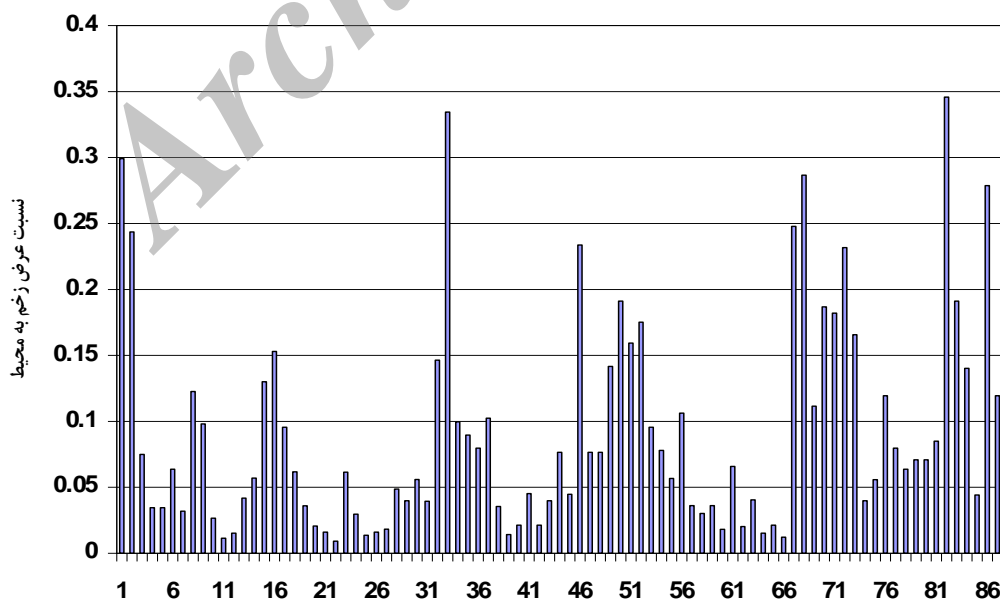
شماره پارسل	شدت آسیب	کامبیوم	پوست
پارسل ۲۲۰		۵۴	۴۴
پارسل ۲۲۵	تعداد زخم‌ها	۵۲	۳۶

نسبت عرض زخم (w) به پیرامون (p) درخت در محل زخم  
مقایسه نسبت عرض (w) با پیرامون (p) درخت در دو پارسل مورد مطالعه نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین این نسبت‌ها در دو پارسل وجود دارد

مقادیر نسبت عرض زخم به محیط درخت در دو پارسل مورد بررسی آمده است. هرچند مشاهده شکل‌ها حاکی از آن است که تعداد حداکثرها در پارسل ۲۲۵ بیشتر از ۲۲۰ است.



شکل ۱. مقادیر نسبت‌های عرض زخم به محیط درخت در پارسل ۲۲۰



شکل ۲. مقادیر نسبت‌های عرض زخم به محیط درخت در پارسل ۲۲۵



جدول ۱۳. نتایج آنالیز واریانس نسبت عرض زخم به محیط درختان آسیب‌دیده در حاشیة مسیرهای چوبکشی

منبع تغییرات	درجه آزادی	جمع مربعات	میانگین مربعات	F	Pvalue
پارسل	۱	۰/۰۳۸۲	۰/۰۳۸۲	۹/۰۰۹	۰/۰۰۳
نسبت عرض به محیط	۴	۰/۰۱۳۸	۰/۰۰۳۴	۰/۸۱۷	۰/۵۱۶
پارسل × نسبت عرض به محیط	۴	۰/۰۰۷۹	۰/۰۱۹۷	۴/۶۶۹	۰/۰۰۱
خطا	۱۷۶	۰/۰۷۴۵	۰/۰۴۲۴		
کل	۱۸۵	۰/۹۰۰			

زیستی مانند قارچ‌ها و حشرات نیز به آسانی زخم‌های تشکیل شده در بخش‌های پایین تنه را به سبب نزدیکی به زمین تحت تأثیر قرار می‌دهند [۹] که مطمئناً درختان آسیب‌دیده در بلندمدت دچار افت ارزشی در چوب خواهند شد. نتایج مطالعه ییلماز و آکای [۱۶] بیان می‌کند که درختان سرپا با آسیب به کامبیوم بیشتر تحت تأثیر حملات حشرات و قارچ‌ها قرار دارند. از طرفی طی تحقیق گزارش شد که عمق و اندازه آسیب روی چوب به صورت اصلی بر رشد قطری درخت تأثیر می‌گذارند [۴]. در این تحقیق گزارش شد که رشد قطری می‌تواند بر اثر زخم‌های سطحی و عمیق به ترتیب ۱۰ و ۲۰ درصد کاهش یابد. بعضی از محققان پیشنهاد کرده‌اند که از ابزار مصنوعی مانند لاستیک برای جلوگیری از آسیب به تنه درخت استفاده شود [۱۲].

در این تحقیق برای رسیدن به نتایج دقیق‌تر و همگن کردن شرایط برداشت آسیب به درختان سرپا، اقدام به بخش‌بندی (سگمنت‌بندی) مسیرهای چوبکشی شد. از نظر عرض زخم‌های مورد بررسی، مشاهده شد که با وجود شدت بهره‌برداری کمتر در پارسل ۲۲۵ در مقایسه با پارسل ۲۲۰، میانگین عرض زخم‌ها در پارسل ۲۲۵ (۱۰/۴۳ سانتی‌متر) بیشتر از پارسل ۲۲۰ (۹/۰۶ سانتی‌متر) است که این موضوع را می‌توان به ارتباط با تعداد کل قوس‌های شمارش شده در سگمنت‌های موجود در دو پارسل نسبت داد، زیرا

از نظر عرض زخم‌های مورد بررسی مشاهده شد که با وجود شدت بهره‌برداری کمتر در پارسل ۲۲۵ در مقایسه با پارسل ۲۲۰، میانگین عرض زخم‌ها در پارسل ۲۲۵ (۱۰/۴۳ سانتی‌متر) بیشتر از پارسل ۲۲۰ (۹/۰۶ سانتی‌متر) است؛ با وجود این مقایسه آماری (آزمون t مستقل) عرض زخم‌ها در دو پارسل نشان داد که از نظر آماری در سطح اطمینان ۹۹ درصد اختلاف معنی‌داری بین دو پارسل وجود ندارد (t=1.53, P=0.128, df=184). از نظر نسبت عرض زخم به محیط درخت، نتایج نشان داد این نسبت در پارسل ۲۲۵ (۰/۰۹) بیشتر از پارسل ۲۲۰ (۰/۰۶)، و مقادیر انحراف از معیار این نسبت‌ها در پارسل ۲۲۰ (۰/۰۸) بیشتر از پارسل ۲۲۵ (۰/۰۵) است. مقایسه آماری نسبت عرض زخم‌ها به محیط درخت در دو پارسل نشان داد که از نظر آماری در سطح اطمینان ۹۹ درصد اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها وجود دارد (t=3.37, P=0.001, df=184). نتایج آزمون تجزیه واریانس مقادیر نسبت عرض به محیط درخت نشان داد که بین سگمنت‌های گوناگون در دو پارسل مورد بررسی در سطح اطمینان ۹۹ درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. نتایج آزمون تجزیه واریانس در جدول ۱۳ آمده است.

همسو با نتایج این تحقیق، مطالعه هان و همکاران [۱] نشان داد که با افزایش شدت تنک‌کردن، میزان آسیب به درختان سرپا زیاد می‌شود. خسارات

طبق نتایج این تحقیق (جدول ۴ و ۵)، تعداد کل قوس‌های شمارش شده در پارسل ۲۲۵ حدود ۲ برابر تعداد کل قوس‌های شمارش شده در پارسل ۲۲۰ است، که با توجه به تماس مکرر گرده‌بینه‌های منتقل شده با تنه درختان حاشیه مسیر چوبکشی در محل قوس‌ها و تأثیر آن بر افزایش اندازه زخم‌ها، عرض زخم در پارسل ۲۲۵ بیشتر از پارسل ۲۲۰ به دست آمده است؛ هرچند که از نظر آماری این اختلاف معنی‌دار نیست ( $t=1.53$ ,  $p=0.128$ ,  $df=184$ ).

به نظر می‌رسد شدت بهره‌برداری بیشتر در پارسل ۲۲۰، تأثیر تعداد قوس‌های بیشتر در پارسل ۲۲۵ را بر افزایش عرض زخم ناملموس‌تر کرده است. از طرف دیگر می‌توان بیان کرد که در همان دفعات اول تماس گرده‌بینه‌ها با تنه درختان سرپا و میزان عرض زخم مشخص شده و تکرار تماس در دفعات بعدی به افزایش محسوس (معنی‌دار) در عرض زخم منجر نمی‌شود. البته شاید بتوان عوامل ناشناخته دیگری مانند رابطه علی - معلولی (رگرسیون) بین ابعاد گرده‌بینه‌ها و اندازه خسارت را نیز در این مسئله مهم دخیل دانست که در این تحقیق به علت حجم بالای مطالعات زمینی، این بررسی میسر نشد. این نتیجه با نتایج تحقیق سووا و استانزیکویکز [۱۵] مبنی بر تأثیر شرایط توده مورد بهره‌برداری بر میزان آسیب به درختان سرپا، همخوانی دارد. از طرف دیگر نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش در شیب طولی مسیر چوبکشی تأثیری در افزایش میزان آسیب به درختان حاشیه مسیر ندارد. همچنین نتایج نشان داد که میزان نسبت عرض زخم به محیط درخت، در پارسل ۲۲۵ (۰/۰۹) بیشتر از پارسل ۲۲۰ (۰/۰۶) است، که مقایسه آماری نسبت عرض زخم‌ها به محیط درخت در دو پارسل نشان داد که در سطح اطمینان ۹۹ درصد بین دو پارسل اختلاف وجود دارد ( $t=3.37$ ,  $P=0.001$ ).

که این موضوع را نیز می‌توان به تعداد قوس‌های بیشتر در پارسل ۲۲۵ نسبت داد. در کل می‌توان نتیجه گرفت که تعداد قوس‌ها در مقایسه با شدت بهره‌برداری آثار تخریبی بیشتری بر درختان حاشیه مسیر بر جا گذاشته است. نتایج آزمون تجزیه واریانس دوطرفه نیز حاکی از وجود اختلاف بین دو پارسل مورد مطالعه از نظر نسبت عرض زخم به محیط است ( $F=9.01$ ,  $P=0.003$ ,  $df=1$ ). همچنین طبق نتایج این تحقیق میزان شدت آسیب (۵۹ درصد در مقابل ۵۵ درصد) و اندازه آسیب (۶۶ درصد در برابر ۵۸ درصد) در پارسل ۲۲۵ بیشتر از پارسل ۲۲۰ است که به نظر می‌رسد این مسئله نیز به تعداد قوس‌های بیشتر در مسیرهای چوبکشی موجود در پارسل ۲۲۵ در مقایسه با پارسل ۲۲۰ مربوط است. هرچند که از نظر مکان آسیب، تعداد زخم‌های بیشتری در پارسل ۲۲۰ در ارتفاع کمتر از ۰/۳ متری از بن درخت (۸۱ درصد در مقابل ۷۳ درصد) تشکیل شده است که شاید به علت شدت بهره‌برداری بیشتر در پارسل ۲۲۰ باشد. در این باره، بعضی از محققان استفاده از شدت بهره‌برداری متوسط برای نیل به جنگل‌داری پایدار را توصیه می‌کنند [۱۴]. در هر صورت نتایج این بررسی تأثیر قوس‌ها و شدت بهره‌برداری را بر میزان آسیب به درختان سرپا در جنگل تأیید می‌کند. نتایج تحقیقات حسینی و همکاران و نقدی و همکاران [۵ و ۶] تأکید داشتند که مواردی نظیر محل زخم روی تنه درخت سرپا، مساحت زخم، و عمق زخم عوامل مهم و تعیین‌کننده‌ای در اندازه‌گیری خسارت توده در جریان عملیات بهره‌برداری‌اند؛ که در این بررسی، خسارت ناشی از چوبکشی بر روی توده سرپا با توجه به پارامترهای گفته شده ارزیابی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که تعداد زخم‌های ایجاد شده بر روی تنه درختان باقی مانده در محدوده مسیرهای چوبکشی، در

شد. نتایج جدول‌های ۶ تا ۹ حاکی از آن است که با توجه به فراوانی دو گونه ممرز و راش در پارسل‌های مورد مطالعه (رویشگاه مورد بررسی)، بیشترین درختان زخمی پس از عملیات چوبکشی، مربوط به این دو گونه بوده است. (نسبت درختان زخمی به کل درختان موجود در حاشیة مسیرهای چوبکشی در پارسل ۲۲۰ در مورد گونه‌های ممرز و راش به ترتیب ۰/۴۴ و ۰/۵۰ و در پارسل ۲۲۵ به ترتیب ۰/۵۰ و ۰/۴۳ است.) همان‌طور که در قسمت نتایج آمد، به ترتیب در دو پارسل ۲۲۰ و ۲۲۵، ۸۰/۶ درصد و ۷۲/۷ درصد از آسیب‌های حاصل از چوبکشی در قسمت‌های پایین ساقه درخت (ریشه: ۰-۰/۳ متر) مشاهده شدند. همچنین نتایج نشان داد که به ترتیب در دو پارسل ۲۲۰ و ۲۲۵ در حدود ۵۵/۱ درصد (۵۴ زخم) و ۵۹/۱ درصد (۵۲ زخم) از آسیب‌ها به ناحیة کامبیوم وارد شده‌اند که این مهم می‌تواند بر پایداری اکوسیستم جنگل تأثیرگذار باشد. به نظر می‌رسد شدت بهره‌برداری بالاتر در پارسل ۲۲۰ (بیشتر از ۲/۵ برابر) عامل تفاوت در درصد آسیب و تعداد زخم است. البته بی‌شک عوامل ناشناخته دیگری نیز بر این مورد مهم اثرگذار بوده‌اند که در این بررسی به سبب حجم بالای مطالعه، شناخت همه آن‌ها میسر نشد.

ارتفاع کمتر از ۰/۳ متری تنه درخت بیشتر از زخم‌های موجود در ارتفاع بیشتر از ۰/۳ متری تنه درختان است. همچنین این زخم‌ها عمدتاً عمقی بوده، یعنی با آسیب به کامبیوم همراه‌اند. بعضی محققان [۷ و ۸] در تحقیقات خود خاطرنشان کرده‌اند که زخم‌های بزرگ و در ارتفاع کم (قسمت‌های پایین تنه درخت) زخم‌های آشکاری در سیستم‌های چوبکشی زمینی‌اند که این نوع زخم‌ها علاوه بر گسترش پوسیدگی در تنه درخت، ارزش چوب قابل استفاده را به‌طور چشمگیری کاهش می‌دهند.

### نتیجه‌گیری

در این تحقیق آسیب به توده باقی‌مانده بر اثر عملیات چوبکشی در جنگل خیرود نوشهر برای ارزیابی اثر عامل‌های گوناگون شامل گونه‌های درختی، مکان، اندازه، شدت آسیب، و نسبت عرض زخم به محیط درخت بررسی شد. با توجه به اینکه یکی از عوامل مهم در انتخاب عرض نوار مورد بررسی در جنگل‌های شمال، حداکثر فاصله درختان آسیب‌دیده در محدوده مسیرهای چوبکشی است، بنابراین محدوده مطالعاتی عرض نوار بررسی در مسیرهای چوبکشی ۲ متر از کنار مسیر چوبکشی در نظر گرفته

## References

- [1]. Han, H.S., and Kellogg, L.D. (2000). A comparison of sampling methods for measuring residual stand damage from commercial thinning. *Journal of Forest Engineering*, 11(1): 63-71.
- [2]. Seablom, T.J., and Read, D.D. (2005). Assessment of factors contributing to residual tree damage from mechanized harvesting in northern hardwood. *Northern Journal of Applied Forestry*, 22(2): 124-131.
- [3]. Aho, P.E., Fiddler, G., and Filip. G.M. (1983). How to reduce injuries to residual trees during stand management activities. SDA. Forest Service Technical Report, 156(1): 1-17.
- [4]. Isomaki, A., and Kallio, T. (1974). Consequences of injury caused by Timber Harvesting machines and the growth and decay of Sprus (*Picea Abies*). *Acta Forestalia Fenica*. 136(3): 23-44.
- [5]. Hoseini, S.M., Majnounian, B., and Namiranian, M. (2001). Investigation of two mechanized skidding systems (cable and ground-based skidding system) on residual trees in Caspian forests. *Iranian Journal of Natural Resources*, 54(1): 22-29.
- [6]. Naghdi, R., Bagheri, I., Taheri, K., and Akef, M. (2007). Investigation of residual tree damages due to assortment method in Shafaroud forests. *Iranian Journal of Natural Resources*, 60 (3) 54-62.
- [7]. Lamson, L.I., Smith, H.C., and Miller, G.W. (1985). Logging damage using an individual tree selection practice in Appalachian hardwood stands. *Journal of Forest Engineering*, 2(1): 117-120.
- [8]. Nyland, R.D., (1994). Careful logging in northern hardwoods. In: Rice, J.A. (ed.). *Logging damage: the problems and practical solutions*. Ontario Forest Research Institute. Ontario Ministry of Natural Resources. October. 15-18, Canada, pp. 29-52.
- [9]. Lilienau, B. L., (2003). Residual Stand damage Caused by mechanized harvesting Systems. In: proceedings of the Austria meeting. February. 12-15. Austria, pp. 1-11.
- [10]. Fajvan, M., Knipling A., and Tift, B.D. (2002). Damage to Appalachian hardwoods from diameter-limit harvesting and shelter wood establishment cutting. *Northern Journal of Applied Forest*, 19(1): 80-87.
- [11]. Jackson, S.M., Fredricksen, T.S., and Malcolm, J.R. (2002). Area disturbed and residual Stand damage following logging in a Bolivian tropical forest. *Forest Ecology and Management*, 166(2): 271-283.
- [12]. Han, H.S., Steel, T.W., and Kellogg, L.D. (2003). Dam-Quick: A new method for rapidly assessing residual stand damage during partial timber harvesting. *West Journal of Applied Forestry*, 18(2): 81-93.
- [13]. Guyette, R.P., and Stambaugh, M.C. (2004). Post-oak scars as a function of diameter, growth, and tree age. *Forest Ecology and Management*, 198(2): 183- 192.
- [14]. Shao, G., Wang, H., Dai, L., Wu, G., Li, Y., Lang, R., and Song, B. (2005). Integrating stand and landscape decision for multi-purposes of forest harvesting. *Forest Ecology and Management*, 207(3): 233-243.
- [15]. Sowa, J.M., and Stanczykiewicz, A., (2007). Determination of the impact of selective logging technologies on the tree damage level in thinned mountain stands. In: proceeding of Austro. Jun. 8-11. Austria, pp. 32-41.
- [16]. Yilmaz, M., and Akay, A. E. (2008). Stand damage of a selection cutting system in an un-even aged mixed forest of Cimendagi in Kahramanmaras-Turkey. *International Journal of Natural and Engineering Sciences*. 2 (1): 77-82.