

ارزیابی بلندمدت التیام زخم در درختان صدمه دیده در اثر عملیات چوب‌کشی (مطالعه موردی: جنگل خیرود)

نیلوفر نوریزدان^۱، مقدار جورغلامی^{۲*} و باریس مجنونیان^۳

۱- کارشناسی ارشد مهندسی جنگل، گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲* - نویسنده مسئول، دانشیار، گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. پست الکترونیک: mjgholami@ut.ac.ir

۳- استاد، گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۲/۲۳

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۶/۲۹

چکیده

امروزه با توجه به اعمال شیوه جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت برای مدیریت جنگل‌های هیرکانی و پراکندگی برداشت در این شیوه، کاهش صدمات به توده باقی‌مانده اهمیت زیادی پیدا کرده است. هدف از این پژوهش، بررسی و مقایسه بلندمدت مقاومت گونه‌ها و قطرهای مختلف درختان در مقابل زخم‌های ایجاد شده با اندازه، شدت و محل‌های متفاوت و چگونگی تغییرات در محل زخم (التیام و بسته شدن زخم) بود. این پژوهش در بخش پاتم و نم‌خانه جنگل خیرود با اندازه‌گیری صدمه به درختان باقیمانده در فاصله پنج متر از دو طرف محور مرکز مسیرهای چوبکشی به صورت پیمایش زمینی و آماربرداری صددرصد از درختان صدمه دیده انجام شد. نتایج نشان داد که بین نوع گونه و مقدار التیام اختلاف معنی‌داری وجود داشت و راش مقاوم‌ترین گونه در مقابل صدمه مکانیکی بود. با افزایش قطر و با افزایش اندازه زخم (مساحت اولیه زخم)، نسبت التیام به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یافت. با افزایش ارتفاع محل زخم، درصد التیام زخم تغییر معنی‌داری نداشت و با افزایش شدت زخم، درصد التیام به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یافت. همچنین، سن زخم اثر معنی‌داری بر نسبت التیام زخم و موقعیت درختان در مسیر چوبکشی تأثیر معنی‌داری بر مقدار صدمات به درختان باقی‌مانده داشت. با توجه به این نکته که بیشتر زخم‌ها در ارتفاع تا یک متری درخت ایجاد می‌شوند و این قسمت از درخت با ارزش‌ترین قسمت چوب است، بنابراین تلاش برای کاهش آثار صدمات به توده باقی‌مانده هنگام عملیات چوب‌کشی زمینی ضروری است.

واژه‌های کلیدی: اندازه زخم، بهره‌برداری جنگل، پاتم، سن زخم، مسیر چوبکشی، نم‌خانه.

مقدمه

بهره‌برداری یک فعالیت ضروری در مدیریت جنگل است و شامل تمام فعالیت‌ها از قطع درخت تا تحویل چوب به کارخانه است که اگر به‌درستی برنامه‌ریزی و اجرا شود، سود پیش‌بینی شده را محقق خواهد ساخت. در مقابل، طراحی و اجرای ضعیف برنامه‌ها پرهزینه بوده و منجر به آسیب‌های

محیط زیستی، افت زیاد چوب، استفاده محدود از منابع موجود و صدمه به کارگران جنگل می‌شود (Majnounian et al., 2009; Jourgholami, 2012). تحقیقات نشان داد که اندازه زخم در درختان صدمه‌دیده در توده‌های سوزنی‌برگ آمریکای شمالی، در محدوده ۰/۱۳ تا ۲۹۶۷/۸ سانتی‌متر مربع (Bettinger & Kellogg, 1993) متغیر بود. در مطالعه

عامل پوسیدگی در زخم‌های آلوده شده می‌شود. در مقابل، در ساقه‌های صدمه دیده ون (*Fraxinus excelsior*)، بسته شدن زخم، هیچ اثر قابل توجهی بر توسعه پوسیدگی نداشت (Vasiliauskas & Stenlid, 1998). سرعت التیام زخم به‌طور قابل توجهی با رویش شعاعی در گونه‌های پیسه‌آ، بلوط و ون مرتبط است و دلالت بر این دارد که توان درخت عامل بسیار پراهمیت در التیام زخم است. زخم‌های بزرگ‌تر و با سن بیشتر در گونه‌های *P. abies* و *P. sitchensis* (Staines & Welch, 1984; Welch et al., 1997) به‌کندی بسته می‌شوند.

در ایران، در زمینه ارزیابی خسارت‌های ناشی از بهره برداری و خروج چوب مطالعاتی انجام شده است (Hosseini, 1994; Rashidi, 1995; Naghdi, 2004; Nikooy, 2007; Lotfalian et al., 2009; Lotfalian et al., 2010; Jourgholami et al., 2012; Tavankar & Bonyad, 2014). Bonyad و Tavankar (۲۰۱۴) وضعیت زخم‌های ایجاد شده 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. نتایج آن‌ها نشان داد که از کل زخم‌های بررسی شده، ۶۷/۱ درصد بسته، ۱۸ درصد باز بدون پوسیدگی و ۱۰/۷ درصد باز با پوسیدگی بودند و فقط ۴/۲ درصد به نابودی درخت منجر شده بودند.

پژوهش پیش‌رو این فرضیه را آزمون می‌کند که با گذشت زمان بین پیشروی پوسیدگی زخم و التیام یا بسته شدن زخم در تنه درختان باقیمانده گونه‌های مختلف از نظر آماری تفاوت معنی‌دار وجود دارد. اهداف این پژوهش عبارتند از ارزیابی صدمه به توده باقیمانده در اثر عملیات خروج چوب و بررسی و مقایسه مقاومت گونه‌ها و قطرهای مختلف درختان در مقابل زخم‌های ایجاد شده با اندازه، شدت و محل‌های متفاوت در طی عملیات بهره‌برداری.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در جنگل آموزشی - پژوهشی خیرود نوشهر

Sidle و Laurent (۱۹۸۶)، پنج درصد از زخم‌ها بیشتر از ۳۰/۵ سانتی‌متر مربع و در مطالعات در توده‌های سوزنی‌برگ (Bettinger & Kellogg, 1993; Smith et al., 1994; Kovbasa, 1996; Han, 1998; Froese & Han, 2006) بخش عمده زخم‌ها کوچک‌تر از ۱۰۰ سانتی‌متر مربع بودند. اندازه، محل و عمق زخم‌ها فاکتورهای مهم تعیین‌کننده کیفیت چوب درختان در بلندمدت هستند (Aho et al., 1983). Aho و همکاران (۱۹۸۳) نشان دادند که ۶۵ تا ۸۵ درصد از زخم‌های بزرگ‌تر از ۹۰۰ سانتی‌متر مربع پوسیده شده بودند.

التیام زخم شامل رویش شعاعی حلقه‌ها پس از صدمه است که هر سال بر روی زخم می‌نشیند. این حالت در طول فصل رویش اتفاق می‌افتد و سرعت التیام زخم با افزایش سالانه رویش شعاعی در محل زخم بیشتر می‌شود (Neely, 1979; Neely, 1970). وجود درختان با زخم‌های بسته شده در توده‌های جنگلی غیرمعمول نیست (Vasiliauskas, 1998; Vasiliauskas & Stenlid, 1994). به‌عنوان مثال، در درختان پیسه‌آ (*Picea abies*) با صدمه دایره‌ای شکل به پوست، نسبت درختان با صدمات بسته شده ممکن است به اندازه ۹۴-۸۰ درصد باشد (Staines & Welch, 1984). بر اساس نتایج پژوهشی، بین مساحت زخم ابتدایی و احتمال بسته شدن کامل در توده نهال‌کاری *Picea sitchensis* ارتباط معنی‌داری وجود داشت. تمام زخم‌های ساقه با اندازه ابتدایی کمتر از ۶۰ سانتی‌متر مربع پس از ۱۵ سال به‌طور کامل بسته شدند، اما هیچ زخمی با اندازه ابتدایی بزرگ‌تر از ۱۸۰ سانتی‌متر مربع در همان دوره زمانی بسته نشد (Welch et al., 1997). در راش اروپایی (*Fagus sylvatica*)، زخم‌های بدون آلودگی قارچی که پهنای ابتدایی آن‌ها کمتر از ۵ سانتی‌متر، ۵-۸ سانتی‌متر و بزرگ‌تر از ۸ سانتی‌متر بود، به ترتیب به‌طور کامل، ۷۰ درصد و ۵۰ درصد در طی پنج سال التیام یافتند (Hosius, 1967). به‌علاوه، در بعضی از گونه‌های درختی مانند پیسه‌آ و بلوط، التیام زخم نه تنها از آلودگی به قارچ‌های عامل پوسیدگی در آینده جلوگیری می‌کند، بلکه قادر به توقف توسعه قارچ‌های

و در پارسل‌های ۱۰۸، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۸، ۲۰۸، ۲۰۹، ۲۱۳، ۲۱۴، ۲۱۹، ۲۲۰ و ۲۲۵ در بخش‌های پاتم و نم‌خانه انجام شد. جنگل خیرود به هفت سری تقسیم شده است. سری پاتم به وسعت حدود ۹۰۰ هکتار، اولین سری از جنگل محسوب شده که در پایین‌ترین قست جنگل و در مجاورت روستای نجارده واقع شده است. بخش نم‌خانه بخش دوم جنگل خیرود است که حدود ۱۰۳۵ هکتار وسعت دارد و مساحت قسمت قابل بهره‌برداری آن ۷۹۸ هکتار است. مسیرهای چوبکشی در پارسل‌های مورد مطالعه در شیب‌های رو به بالا، به ترتیب دارای حداقل و حداکثر شیب ۵ و ۲۰ درصد و در شیب‌های رو به پایین، دارای حداقل و حداکثر شیب ۳ و ۳۶ درصد هستند. میانگین عرض و طول مسیرهای چوبکشی به ترتیب ۳/۱ و ۳۵۰ متر است. تیپ گیاهی در منطقه مورد مطالعه شامل بلوط - مرمرز، راش - مرمرز و مرمرز - راش و سن تقریبی توده در منطقه مورد مطالعه ۱۵۰ سال است (Jourgholami, 2012).

روش پژوهش

اندازه‌گیری صدمه به درختان باقیمانده در فاصله پنج متر از طرفین محور مرکز مسیرهای چوبکشی، به صورت پیمایش زمینی و آماربرداری صددرصد از درختان صدمه‌دیده انجام شد، زیرا براساس نتایج پژوهش‌های پیشین، اکثر درختان آسیب‌دیده در اثر عملیات چوبکشی به طور تصادفی در توده پراکنده نبوده (Hosseini, 1994; Lotfalian et al., 2010;) و نزدیک به مسیرهای چوبکشی قرار دارند (Bettinger & Kellogg, 1993;) (Froese & Han, 2006). عرض متوسط ۴ متر و شیب طولی و شیب عرضی به ترتیب ۲۵ درصد و ۹ درصد بود. به منظور تعیین شدت خسارت درختان در اطراف مسیرهای چوبکشی، درختان صدمه دیده در عملیات چوبکشی به طبقه‌های قطری با کدهای یک (قطر برابر سینه صفر تا ۱۰ سانتی‌متر)، دو (قطر برابر سینه ۲۰-۱۰ سانتی‌متر)، سه (قطر برابر سینه ۴۰-۲۰)، چهار (قطر برابر سینه ۷۰-۴۰) و پنج (قطر برابر سینه بیشتر از ۷۰ سانتی‌متر) تقسیم شدند (Hosseini, 1994; Naghdi, 2004; Nikooy, 2007;)

تجزیه و تحلیل داده‌ها

از قسمتی که پوست درخت شروع به رویش دوباره کرده بود، به عنوان مساحت اولیه زخم در نظر گرفته شد. مساحت کامل زخم با استفاده از برگردان کامل زخم بر روی کاغذهای میلی‌متری تعیین شد. سپس، با شمارش میلی‌مترها، ابتدا مساحت کل و در مرحله بعد مساحت قسمت بدون التیام محاسبه و با کسر قسمت بدون التیام از کل، مساحت التیام زخم به دست آمد. شدت تردد به صورت تقریبی و با توجه به معیار دوری و نزدیکی به دیو و جاده‌های جنگلی محاسبه شد، به طوری که مناطق مجاور دیو به عنوان تردد شدید و سرشاخه‌های مسیر به عنوان تردد کم و مناطق بینابین به عنوان تردد متوسط ارزیابی شدند (Jourgholami et al., 2012).

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا با آزمون کولموگروف - سمیرنوف نرمال بودن داده‌ها بررسی شد. در صورت نرمال بودن متغیرها، از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه برای برآزش رابطه مناسب بین متغیرها استفاده شد. ضریب همبستگی اسپیرمن برای بررسی همبستگی بین دو متغیر استفاده شد. به منظور بررسی ارتباط بین گونه و التیام

بلوط، توسکا و خرمنندی به ترتیب ۵۰/۷، ۴۳/۰۳، ۴۷/۴، ۳۷/۵، ۴۰/۲، ۳۹/۴ درصد بود. به عبارت دیگر، افرا دارای کمترین مقدار درصد التیام زخم بود. بررسی نرمال بودن داده‌ها نشان داد که توزیع داده‌های نوع گونه نرمال نبود. ارتباط بین شش گونه بررسی شده در این پژوهش و درصد التیام زخم با استفاده از آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس نشان داد که بین درصد التیام در گونه‌های مختلف، اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($p = ۰/۰۱$ ؛ $\chi^2 = ۱۴/۹۷۵$ ؛ $df = ۵$). ضریب همبستگی اسپیرمن بین دو متغیر گونه و درصد التیام زخم نیز ۰/۰۷ به دست آمد که در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار نبود ($p = ۰/۲$).

زخم، محل زخم و التیام زخم و سن زخم و التیام زخم از آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس استفاده شد. در این پژوهش، متغیرهای مستقل شامل گونه، قطر، مساحت زخم، محل زخم، سن زخم و شکل زخم و متغیر وابسته التیام زخم بود. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج

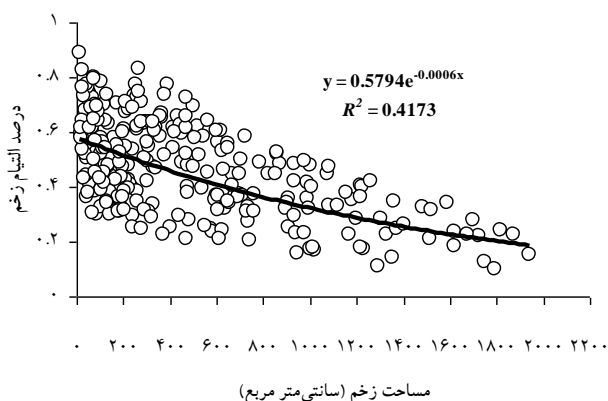
ارتباط بین گونه با درصد التیام

جدول ۱ آماره‌های مساحت زخم، مساحت التیام و درصد التیام زخم در گونه‌های بررسی شده را نشان می‌دهد. میانگین درصد التیام زخم در گونه‌های راش، ممرز، افرا،

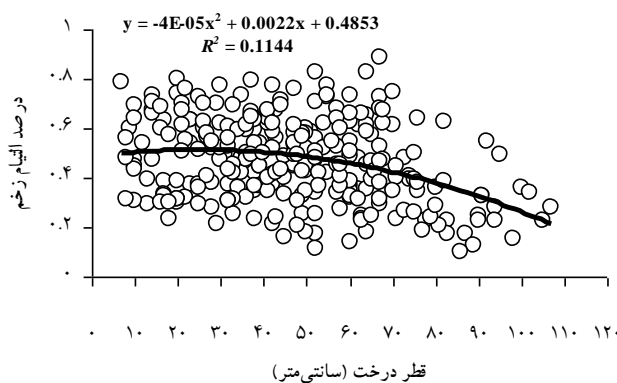
جدول ۱- آماره‌های مساحت زخم، مساحت التیام و درصد التیام زخم در گونه‌های مورد مطالعه

گونه	راش		ممرز		افرا		بلوط		توسکا		خرمندی	
	مساحت زخم	مساحت التیام	درصد	مساحت زخم	مساحت التیام	درصد	مساحت زخم	مساحت التیام	درصد	مساحت زخم	مساحت التیام	درصد
میانگین	۳۸۰/۱	۱۶۰	۵۰/۶۵	۵۸۹/۸۹	۲۰۰	۴۳/۰۳	۴۵۴/۸۵	۱۶۹	۴۷/۳۶	۷۸۹/۶۲	۲۴۷	۳۷/۵۳
بیشینه	۱۷۹۳/۵	۵۱۳	۸۸/۸۹	۱۹۲۳	۴۹۴	۷۸/۴۳	۱۷۴۸	۵۴۴	۷۹/۸۴	۱۶۱۹	۳۸۳	۵۳/۷۹
کمینه	۱۳/۵	۹/۸	۱۰/۰۴	۲۵	۱۶	۱۱/۳۱	۴۳/۵	۲۵	۱۲/۴۷	۲۳۳/۵	۱۲۱	۱۷/۰۲

زیاد درصد التیام کمتری داشتند. همچنین، با افزایش اندازه زخم (مساحت اولیه زخم)، نسبت التیام از نظر آماری به طور معنی‌داری کاهش می‌یافت (شکل ۱-ب).



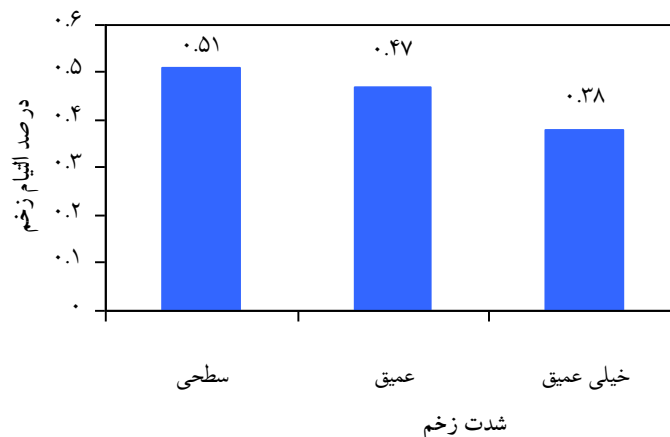
ارتباط بین قطر و اندازه زخم با درصد التیام نتایج نشان داد که با افزایش قطر، نسبت التیام به طور معنی‌داری کاهش می‌یافت (شکل ۱-الف). افزایش قطر باعث افزایش مساحت زخم شده بود و زخم‌های با مساحت



شکل ۱- ابر نقاط طبقات قطری با درصد التیام (الف) و پراکنش ابر نقاط مساحت اولیه زخم با نسبت التیام (ب)

ارتباط بین محل زخم و شدت زخم با درصد التیام بر اساس نتایج آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس مشخص شد که بین درصد التیام در محل‌های مختلف زخم، اختلاف معنی‌دار وجود نداشت ($\chi^2 = 11/502$; $df = 2$; $p = 0/003$). ضریب همبستگی بین دو متغیر شدت زخم و درصد التیام زخم ۰/۱۹ به دست آمد که در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بود ($p = 0/002$). بیشترین و کمترین درصد التیام به ترتیب در زخم‌های سطحی (۰/۵۱) و زخم‌های خیلی عمیق (۰/۳۸) مشاهده شد (شکل ۲).

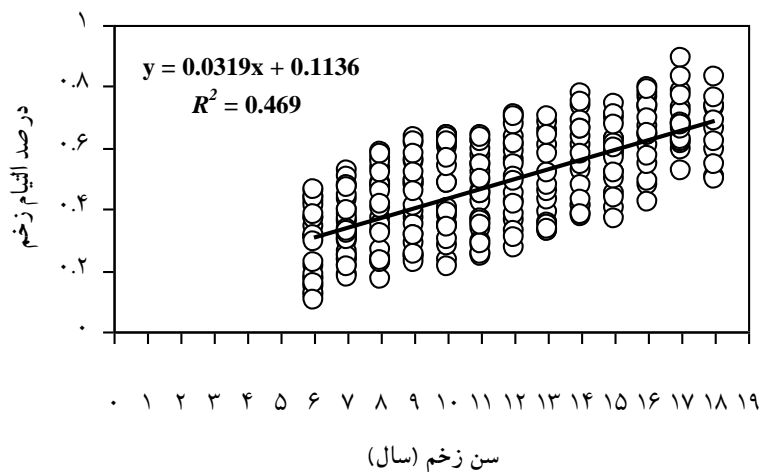
ارتباط بین سن زخم و درصد التیام همان‌طور که در شکل ۳ مشخص است، سن زخم از نظر آماری اثر معنی‌داری بر نسبت التیام زخم داشت ($df = 2$).



شکل ۲- درصد التیام زخم در شدت‌های متفاوت زخم

ارتباط بین سن زخم و درصد التیام همان‌طور که در شکل ۳ مشخص است، سن زخم از نظر آماری اثر معنی‌داری بر نسبت التیام زخم داشت ($df = 2$).

ارتباط بین سن زخم و درصد التیام همان‌طور که در شکل ۳ مشخص است، سن زخم از نظر آماری اثر معنی‌داری بر نسبت التیام زخم داشت ($df = 2$).



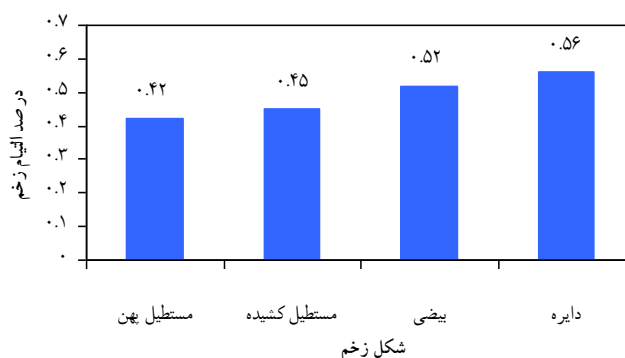
جدول ۲- مساحت زخم، مساحت التیام و درصد التیام با توجه به سن زخم

سن زخم (سال)	تعداد	میانگین مساحت زخم (سانتی متر مربع)	میانگین مساحت التیام (سانتی متر مربع)	درصد التیام	سن زخم (سال)	تعداد	میانگین مساحت زخم (سانتی متر مربع)	میانگین مساحت التیام (سانتی متر مربع)	درصد التیام
۶	۲۶	۷۸۷/۰۱	۶۲۰/۵	۲۸	۱۳	۱۶	۲۶۴/۳۴	۲۴۴/۳۴	۵۰
۷	۳۲	۵۵۱/۵۳	۳۵۳/۹۶	۳۳	۱۴	۱۸	۱۸۷/۵۹	۱۸۷/۵۹	۵۶
۸	۲۲	۶۰۲/۴۱	۳۲۴/۲۶	۴۰	۱۵	۱۸	۱۷۴/۱۷	۱۷۴/۱۷	۵۷
۹	۲۵	۶۴۴/۸۳	۲۵۹/۶۵	۴۲	۱۶	۱۸	۱۴۹/۷۷	۱۴۹/۷۷	۶۵
۱۰	۲۱	۴۵۴/۶۹	۱۵۳/۵۶	۴۵	۱۷	۱۶	۱۰۳/۱۳	۱۰۳/۱۳	۶۹
۱۱	۲۹	۶۲۱/۵۹	۱۵۸/۹۶	۴۴	۱۸	۱۱	۱۰۴/۸۶	۱۰۴/۸۶	۶۵
۱۲	۲۰	۳۶۳/۶۳		۵۰					
جمع			۴۸۸/۳۶	۲۷۲			۱۸۳/۰۰	۴۶/۹	

ارتباط بین شکل زخم و درصد التیام

نتایج آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس نشان داد که بین درصد التیام در شکل‌های متفاوت زخم، اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($p = ۰/۰۰۱$; $\chi^2 = ۲۴/۹۲$; $df = ۳$). ضریب همبستگی اسپیرمن بین دو متغیر شکل زخم و درصد

التیام زخم $۰/۲۹۶$ محاسبه شد که در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بود ($p = ۰/۰۰۱$). بیشترین و کمترین درصد التیام زخم به ترتیب در زخم‌های با شکل دایره‌ای و مستطیلی مشاهده شد (شکل ۴).



شکل ۴- درصد التیام زخم در شکل‌های متفاوت زخم

بحث

در این پژوهش، نتایج به دست آمده از بررسی نوع درختان صدمه دیده نشان داد که بیشتر از ۸۰ درصد درختان صدمه دیده مربوط به دو گونه راش و مرمرز بودند. درصد زیاد صدمه به این دو گونه مربوط به حضور غالب این دو

گونه در جنگل مورد مطالعه بود و فقط به دلیل حساسیت این گونه‌ها به عملیات چوبکشی نیست. بررسی آسیب‌های وارده به درختان نشان داد که با افزایش قطر، درصد صدمه به درختان کاهش می‌یافت. Hosseini (۱۹۹۴)، Naghdi (۲۰۰۴) و Nikooy (۲۰۰۷) بیشترین درصد درختان

تنه ایجاد می‌شود، التیام از اطراف و پوسیدگی از وسط شروع شده و هرچه زخم کوچک‌تر باشد، سرعت التیام بیشتر از پوسیدگی است. نتایج نشان داد که افزایش قطر باعث افزایش مساحت زخم شده بود و زخم‌های با مساحت زیاد درصد التیام کمتری داشتند. به عبارت دیگر، با افزایش قطر، نسبت التیام به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یافت.

نتایج به‌دست آمده از بررسی مقدار صدمه وارده به درختان در ارتباط با محل قرار گرفتن درختان زخمی در اطراف مسیرهای چوبکشی نشان داد که با افزایش فاصله از مسیر چوبکشی، درصد درختان آسیب‌دیده کاهش می‌یافت، طوری که بیشترین درختان آسیب‌دیده در فاصله کمتر از ۳ متری از مسیر چوبکشی (۷۶٪) قرار گرفته بودند. همچنین، ۲۲ درصد درختان آسیب‌دیده در فاصله ۳-۴ متری و یک درصد در فاصله بیشتر از ۴ متری از مسیر چوبکشی قرار داشتند. یافته‌های این پژوهش با نتایج پژوهش‌های Hosseini (۱۹۹۴)، Naghdi (۲۰۰۴)، Nikooy و Lotfalian (۲۰۰۷) و همکاران (۲۰۰۹) و Lotfalian همکاران (۲۰۱۰) تطابق دارد. آن‌ها نتیجه گرفتند که همبستگی قوی بین درصد درختان آسیب‌دیده و افزایش فاصله از مسیر چوبکشی وجود دارد. نتایج این پژوهش نشان داد که بین درصد التیام در گونه‌های مختلف، اختلاف معنی‌دار وجود داشت که منطبق با نتایج سایر پژوهشگران است (Froese & Han, 2006; ; Jourgholami *et al.*, 2012; Tavankar & Bonyad, 2014). نتایج به‌دست آمده از بررسی ارتباط بین گونه و درصد التیام نشان داد که میانگین درصد التیام زخم در گونه‌های راش، ممرز، افرا، بلوط، توسکا و خرمنندی به ترتیب ۵۰/۷، ۴۳/۰۳، ۴۷/۴، ۳۷/۵، ۴۰/۲، ۳۹/۴ درصد بود. در بین گونه‌های مورد بررسی، افرا دارای کمترین درصد التیام زخم بود، زیرا پوست افرا به‌ویژه در سنین بالا تردتر شده و کمتر خاصیت التیام‌پذیری دارد.

بررسی ارتباط بین سن زخم و درصد التیام زخم نشان داد که سن زخم از نظر آماری اثر معنی‌داری بر نسبت التیام زخم داشت و با افزایش سن زخم، درصد التیام افزایش

صدمه‌دیده را در طبقه قطری کمتر از ۳۰ سانتی‌متر ذکر کردند. با افزایش ابعاد درختان و نیز کاهش فاصله درختان از مسیر چوبکشی، صدمات افزایش می‌یابد. بررسی ارتفاع محل زخم بر روی تنه درختان نشان داد که ۸۴ درصد زخم‌ها در یک متر اول تنه و ریشه و امتداد ریشه‌ها قرار داشتند. از آنجایی که ارتفاع تا یک متر درخت با ارزش‌ترین قسمت درخت از نظر تجاری است، خسارت وارد شده به این قسمت از تنه موجب کاهش ارزش و کیفیت چوب شده که گاه این خسارت جبران‌ناپذیر خواهد بود. نتایج به‌دست آمده از بررسی مساحت زخم‌های تنه درختان آسیب‌دیده نشان داد که ۶۳ درصد زخم‌ها مساحتی کمتر از ۵۰۰ سانتی‌متر مربع، ۲۳ درصد مساحتی بین ۵۰۰-۱۰۰۰ سانتی‌متر مربع و ۱۴ درصد مساحتی بیشتر از ۱۰۰۰ سانتی‌متر مربع داشتند. در نتیجه، می‌توان گفت که به‌طور عمده زخم‌های ایجاد شده در اثر عملیات چوبکشی کوچک بوده و به‌ندرت زخم‌های بزرگ ایجاد شده بودند که نتایج این تحقیق با یافته‌های Jourgholami و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد. همچنین یافته‌های این پژوهش با یافته‌های Hosseini (۱۹۹۴)، Nikooy (۲۰۰۷) و Lotfalian و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت ندارد، زیرا آن‌ها اظهار داشتند که بیشترین درصد زخم‌ها دارای مساحت کمتر از ۱۰۰ سانتی‌متر مربع بودند. بنابراین، مساحت زخم عامل بسیار مهمی است که در ایجاد پوسیدگی تأثیرگذار است (Aho *et al.*, 1983).

نتایج پژوهش Tavankar و Bonyad (۲۰۱۴) نشان داد که عامل‌های اندازه، شدت و محل زخم‌ها و قطر برابر سینه درختان صدمه‌دیده در وضعیت زخم‌ها تأثیر معنی‌دار داشتند، به‌طوری که 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. بر اساس نتایج پژوهش پیش‌رو مشخص شد که با افزایش مساحت زخم، التیام زخم کاهش چشمگیری داشت، اما در زخم‌های با مساحت کم، التیام بیشتر از ۹۰ درصد نیز مشاهده شد. زمانی که زخم در

- conifer stand in northern Idaho. *Western Journal of Applied Forestry*, 21(3): 142-148.
- 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): 8-17.
 - 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. Ph.D. thesis, Department of Forest Engineering, Faculty of Natural Resources, Oregon State University, Oregon, 141p.
 - Hosius, D., 1967. Bark stripping consequences on beech. *Allgemeine Forst Zeitschrift*, 22: 484-487.
 - Hosseini, S.M., 1994. Study of forest utilization impacts on residual stand in Darab-Kola forest management plan. M.Sc. thesis, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, 120p (In Persian).
 - Jourgholami, M., 2012. Small-scale timber harvesting: mule logging in Hyrcanian forest. *Small-scale Forestry*, 11(2): 255-262.
 - Jourgholami, M., Rizvandi, V. and Majnounian, B., 2012. Evaluating the extent, patterns, size and distribution of tree scars following skidding operation (Case study: Kheyroud forest). *Iranian Journal of Forest*, 4(3): 187-196 (In Persian).
 - Kovbasa, N.P., 1996. Distribution and spreading of wound rot in Belarus spruce stands and measures to limit the losses. Ph.D. thesis, Byelorussian Plant Protection Research Institute, Priluki-Minsk, Belarus, 148p.
 - Lotfalian, M., Emadian, S.F., Kooch, Y. and Parsa Khoo, A., 2010. A method for economic assessment of logging damage on forest stand and regeneration. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 25(1): 78-88.
 - Lotfalian, M., Majnounian, B., Rezvanfar, M. and Parsakho, A., 2009. Investigation of damages due to forest logging under selection cutting system on stand and regeneration. *Journal of Water and Soil Science*, 12(46): 363-372 (In Persian).
 - Majnounian, B., Jourgholami, M., Zobeyri, M. and Fegghi, J., 2009. Assessment of forest harvesting damage to residual stands and regenerations - a case study of Namkhaneh
- می‌یافت. نتایج پژوهش Tavankar و Bonyad (۲۰۱۴) نشان داد که با گذشت ۱۲ سال، صدمات بهره‌برداری بر درختان باقی‌مانده افزایش یافته و حدود یک‌سوم زخم‌ها ترمیم نیافته و به پوسیدگی و نابودی درختان منجر شده بودند. هرچند در پژوهش پیش‌رو مشخص شد که با گذشت زمان، التیام یا بسته شدن زخم تنه درختان باقیمانده گونه‌های مختلف از نظر آماری تفاوت معنی‌داری داشت، اما به‌نظر می‌رسد، ۱۸ سال عدم استفاده و رها کردن مسیرهای چوبکشی، مدت زمان مناسبی برای التیام کامل (بسته شدن) زخم نیست و احتمالاً به زمان بیشتری در این خصوص نیاز است که به فاکتورهایی از جمله شکل زخم، شدت زخم، اندازه زخم، فصل چوبکشی و نوع ماشین چوبکشی وابسته است.
- در انتها پیشنهاد می‌شود که مدل مناسبی برای برآورد مدت زمان لازم برای ترمیم زخم‌های ایجاد شده در تنه درختان باقیمانده با مساحت‌های متفاوت در گونه‌های مختلف محاسبه شده و پژوهشی نیز در مورد مقدار حساسیت گونه‌های مختلف جنگلی به صدمات مکانیکی انجام شود. از آنجایی‌که هجوم قارچ‌ها به زخم‌های ایجاد شده در درخت سبب لکه و پوسیدگی آن می‌شود، پیشنهاد می‌شود مطالعات پاتولوژیک در رابطه با نوع قارچ‌ها، زخم‌ها و نیز روش‌های زیستی مبارزه با قارچ‌ها نیز انجام شود.

References

- Aho, P.E., Fiddler, G. and Srago, M., 1983. Logging damage in thinned, young growth true fir stands in California and recommendations for prevention. USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Pacific Northwest Research Station, Research Paper-304, 8p.
- Bettinger, P. and Kellogg, L.D., 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.
- Froese, K. and Han, H.S., 2006. Residual stand damage from cut-to-length thinning of a mixed

1994. Closure of logging wounds after 10 years. USDA Forest Service, Northwest Research Station, Research Paper 692, 6p.
- Staines, B.W. and Welch, D., 1984. Habitat selection and impact of red (*Cervus elaphus* L.) and roe (*Capreolus capreolus* L.) deer in a Sitka spruce plantation. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, 82: 303-319.
 - Tavankar, F. and Bonyad, A., 2014. Long-term effects of logging damages on quality of residual trees in the Asalem-Nav forest. Journal of Environment Studies, 40(1): 39-50 (In Persian).
 - Vasiliauskas, R. and Stenlid, J., 1998. Discoloration following bark stripping wounds on *Fraxinus excelsior*. European Journal of Forest Pathology, 28: 383-390.
 - Vasiliauskas, R., 1994. Wound healing rate and its influence on spread of decay in spruce. Proceedings of the Lithuanian Forest Research Institute, 34: 207-212.
 - Welch, D., Scott, D. and Staines, B.W., 1997. Bark stripping damage by red deer in a Sitka spruce forest in western Scotland III. Trends in wound condition. Forestry, 70: 113-120.
 - 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.
 - district in Kheyrud forest. Environmental Sciences, 7(1): 33-44 (In Persian).
 - Naghdi, R., 2004. Study of optimum road density in tree length and cut to length system. Ph.D. thesis, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, 201p (In Persian).
 - Neely, D., 1970. Healing of wounds on trees. Journal of the American Society for Horticultural Science, 95: 536-540.
 - Neely, D., 1979. Tree wounds and wound closure. Journal of Arboriculture, 5: 135-140.
 - Nikooy, M., 2007. Optimizing production cost and damage reduction to wood, trees and forest by harvest planning (Case study: Asalem forest district area). Ph.D. thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, 165p (In Persian).
 - Ostrofsky, W.D., Seymour, R.S. and Lemm, R.C., 1986. Damage to northern hardwoods from thinning using whole-tree harvesting technology. Canadian Journal of Forest Research, 16: 1238-1244.
 - Rashidi, R., 1995. Effect of mechanical damages on beech tree growth. Iranian Journal of Natural Resources, 47: 58-70 (In Persian).
 - Sidle, R.C. and Laurent, T.H., 1986. Site damage from mechanized thinning in southeast Alaska. Northern Journal of Applied Forestry, 3: 94-97.
 - Smith, H.C., Miller, G.W. and Schuler, T.M.,

**Long-term evaluation of scar closure on
residual damaged trees following ground-based skidding
(Case study: Kheyrud forest)**

N. Nouryazdan¹, M. Jourgholami^{2*} and B. Majnounian³

1- M.Sc. Forest Engineering, Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

2* - Corresponding author, Associate Prof., Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: mjgholami@ut.ac.ir

3- Prof., Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Received: 12.05.2016

Accepted: 19.09.2016

Abstract

Now a day, due to applying the close to nature forestry method to manage the Hyrcanian forests and harvest distribution in this method, reducing damage to the residual stand gains more important. The aim of this study was to determine and compare the resistance of the various diameters of tree species against scars or created during logging operation considering to the size, intensity and different locations as well as to study the change in the wound (healing and wound closure) in the species over time. The research was carried out in the Patom and Namkhaneh district in the Kheyrud Forest. The results showed that there were significant differences among scar healing in the tree species. By increasing the diameter of the trees, the healing rate was significantly reduced, while by increasing the size of the wound (the primary area of the wound), scar healing rate was significantly decreased. Also, by increasing the scar height along the bole, the rate of wound healing has been changed significantly. By the increasing severity of the wound, healing rate was significantly reduced. The results showed that scar age has significant effect on the healing rate, but traffic intensity hasn't significant effect on wound healing rate. Tree position along the skid trail has positive effects on the amount of residual damage trees. Due to the fact that wounds are made in one meter height of the trunk, which is the most valuable part of the tree, trying to control the damage of trees is essential in the ground skidding operations.

Keywords: Forest harvesting, Kheyrud forest, scar age, scar size, skid trail.