علـوم محـیـطی سال هفتـم، شمـاره اول، پـاییـز ۱۳۸۸
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.7, No.1 , Autumn 2009
۳۳-٤٤

ارزیابی صدمات بهره‌برداری جنگل به زادآوری و توده‌های سرپا (مطالعه موردی: بخش نمخانه جنگل خیرود)

باریس مجنونیان*، مقداد جورغلامی، محمود زبیری، جهانگیر فقهی
گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

چکیده
با توجه به اعمال شیوه جنگل‌داری نزدیک به طبیعت برای مدیریت جنگل‌های شمال و پراکندگی برداشت در این شیوه، کاهش صدمات وارده به توده سرپا و زادآوری اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. برای دستیابی به اهداف مذکور، این تحقیق در پارسل ۲۲۰ بخش نمخانه جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود انجام شد. به منظور تعیین خسارت‌های وارد به عرصه جنگل شامل تجدید حیات و درختان سرپا از روش نمونه‌برداری منظم تصادفی با شبکه ۵۰ * ۵۰ متر استفاده شد. داده‌های مربوط به صدمه به زادآوری و درختان به‌ترتیب در قطعه نمونه‌های ۱ و ۵ آری پس از قطع درخت برداشت شد. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که حدود ۷ درصد از درختان توده و ۲۲ درصد زادآوری در منطقه مورد نظر خسارت دیدند. این بررسی نشان داد که مقدار خسارت به نهال‌ها کم‌تر از گروه‌های شل و خال است. آموزش کارگران بهره‌برداری و اکیپ قطع و تبدیل، از عوامل تاثیرگذار در جلوگیری و کاهش خسارات ناشی از بهره‌برداری هستند. صدمه به توده باقیمانده در اثر عملیات قطع در جنگل آمیخته ناهمسال با توجه به عوامل مختلف موثر بر صدمه به توده بررسی شد. قطع درختان در توده جنگلی به صورت هدایت شده و استفاده از ابزارهای کمکی مثل گوه می‌تواند در کاهش صدمه به توده باقیمانده موثر باشد.

کلید واژه‌ها: بهره‌برداری جنگل، صدمه به توده باقیمانده، زادآوری، توده و قطع درخت.

Assessment of Forest Harvesting Damage to Residual Stands and Regenerations - a Case Study of Namkhaneh District in Kheyrud Forest

Baris Majnounian*, Meghdad Jourgholami, Mahmoud Zobeiri, Jahangir Feghhi
Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran

Abstract
Reducing the impact of harvesting on residual stand and regeneration is very important, considering the use of close-to-nature forestry for Hyrcanian forest management and the low cutting volume distribution of this method. To obtain these objectives, this research was carried out in 220 compartments of Namkhaneh district, in Kheyrud Forest. In order to determine the damage to residual stand and regeneration, 50*50 m systematic sampling with a random start was used. Data of the damage to regeneration and trees were collected in circular plots with 0.01 ha and 0.05 ha after chainsaw tree felling, respectively. Results of the data analysis showed that about 7 % of remaining trees and 23 % of residual regeneration were damaged in the study areas. Also, these researches showed that the amount of damage to the seedlings was smaller than to the small sampling and thicket. Training of tree cutting crews is the most important factor for decreasing residual stand damage after harvesting. The residual stand damage from a cutting operation was studied in an uneven-aged mixed forest to examine the main factors (i.e. tree species, location, size, and type) affecting stand damages. Directional tree felling in a forest stand and using some helping instrument could be useful for decreasing the residual stand damage.

Keywords: forest harvesting, residual stand damage, regeneration, tree felling.

* Corresponding author. *E-mail Address*: bmajnoni@ut.ac.ir

مقدمه

بهره‌برداری جنگل شامل مراحل تکنیکی و اداری می‌باشد که برای برداشت چوب، فراهم‌سازی عرصه برای زادآوری و برقراری و بهبود اکوسیستم جنگل، در محدوده وسیعی به لحاظ زمانی و مکانی، صورت می‌گیرد. در بین مولفه‌های بهره‌برداری، قطع درخت مهم‌ترین مولفه را تشکیل می‌دهد که به شدت بر روی مراحل بعدی کار تاثیرگذار است. در این مرحله بهره‌بردار باید عملیات کاری خود را طوری هنرمندانه انجام دهد که ضمن عرضه چوب کافی با کم‌ترین ضایعات، ارزان و با کیفیت خوب، به نقش خدماتی و حفظ قدرت تولید جنگل توجه داشته باشد.

در اکثر سیستم‌های بهره‌برداری، زخم و آسیب به تنه درختان یک نوع خسارت معمولی است. در بیشتر بررسی‌های انجام شده، صدمه به درختان در اطراف مسیرهای چوب‌کشی یا کریدورهای کابل هوایی بررسی شده است. در عملیات تنک کردن، هاروستر[1] (۷۰ درصد) بیشتر از فوروارردر[2] (۳۰ درصد) به درختان محصول صدمه می‌زند. Han (1998) با بررسی و مقایسه روش‌های متفاوت نمونه‌برداری برای ارزیابی خسارت به توده باقیمانده، روش نمونه‌برداری منظم تصادفی را به عنوان بهترین روش برای تخمین خسارت به توده معرفی می‌نماید. وی هم‌چنین مدت زمان لازم برای التیام پوست درخت در محل زخم را بررسی کرد و 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 آثاری از زخم‌ها پس ۲۱ سال مشاهده نشده است. صدمه شایع در اثر بهره‌برداری به تنه درختان، زخم شدن است که ممکن است سبب آسیب به پوست درخت یا آسیب به لایه کامبیوم باشد (Allen, 1997; Youngblood, 2000; Yilmaz and Akay, 2008).

صدمه به توده باقیمانده باعث هجوم آفات و عوامل بیماریزای قارچی به تنه درخت شده و ضمن ایجاد پوسیدگی، سبب کاهش رویش درختان در توده جنگلی و نقصان مقدار رویش درختان می‌شود. تحقیقات زیادی در خصوص صدمه به توده باقیمانده در اثر بهره‌برداری و اجرای سیستم‌های مختلف انجام گرفته است. هر سیستم بهره‌برداری، صدمه مشخصی بر روی توده جنگلی (درخت و زادآوری) دارد. (Landford and Stokes, 1995). مقدار صدمه حاصل از دو روش تنک کردن را در یک توده ۱۸ ساله کاج مقایسه نمودند، آنها گزارش کردند که سیستم فلر بانچر- اسکیدر نسبت به سیستم گرده‌بینه کوتاه، به صورت معنی‌دار صدمه‌ی بیشتری به توده باقیمانده زده است که به ترتیب ۶۲ و ۲۵ درخت در هکتار است. تحقیق دیگری در مورد صدمه به توده باقیمانده با استفاده از سیستم گرده‌بینه کوتاه در شمال غرب پاسفیک آمریکا (Bettinger and Kellogg, 1993)، نشان داد که ۳۹/۸ درصد درختان دوگلاس صدمه دیدند ولی تنها ۱/۸ درصد از درختان دارای زخم‌های خیلی بزرگ بودند (زخم‌های بزرگتر از ۶۴۵ سانتی‌متر مربع).

صدمه به توده باقیمانده در ارتباط با متغیرهای گوناگون در سیستم‌های مختلف بهره‌برداری برای گونه‌های مختلف (Ostrofsky *et al.*, 1986; Bettinger and Kellogg, 1993; Yilmaz and Akay, 2008)، شدت تنک کردن (Banson and Gonsoir, 1981)، طراحی (Fairweather, 1991)، فاصله درختان از مرکز مسیرهای چوب‌کشی (Bettinger and Kellogg, 1983) و اندازه درخت (Ostrofsky *et al.*, 1986) بررسی شد. Han and Kellogg (2000) چهار روش نمونه‌برداری را برای ارزیابی خسارت توده بعد از عملیات تنک کردن مورد استفاده قرار دادند و مشخص کردند که نتایج بدست آمده از روش نمونه‌برداری منظم سیستماتیک به طور

قابل توجهی با نتایج بررسی صد در صد خسارات نزدیک می‌باشد. Froese and Han (2006) صدمه به توده باقیمانده را در توده آمیخته سوزنی برگ با استفاده از روش گرده‌بینه کوتاه و استفاده از نمونه‌برداری به روش منظم تصادفی با قطعه نمونه‌های با مساحت ثابت بررسی کردند و نتیجه گرفتند که ۳۷/۴ درصد توده اقیمانده آسیب دیدند. همچنین ۸۴ درصد زخم‌ها در تمام گونه‌ها دارای اندازه‌ای کمتر از ۱۹۴ سانتی‌متر مربع بود و ۶۷ درصد صدمه به ۲ متر اول تنه درختان وارد شد.

در ایران در زمینه ارزیابی خسارت‌های حاصل از بهره‌برداری و خروج چوب مطالعاتی انجام شده است. Hosseini (1994) در بررسی صدمات بهره‌برداری بر روی زادآوری و درختان سرپا در جنگل دارابکلای ساری نتیجه‌گیری کرد که زخم‌های عمیق و با مساحت نسبتاً زیاد بر روی تنه درختان باقیمانده عمدتاً با فعالیت دستگاه‌های چوبکشی و خروج چوب‌آلات از عرصه قطع مرتبط بوده و ۸۲/۵ درصد زخم‌های مشاهده شده در ۲ متر ابتدائی تنه درختان حضور دارند. Ahmadi (1996) به بررسی صدمات بهره‌برداری بر توده جنگل پرداخت و نتیجه‌گیری کرد که حدود ۴۷ درصد درختان سرپا در توده جنگل بعد از بهره‌برداری آسیب دیدند. گروه نهال و نونهال در اثر عوامل بهره برداری، ۲۰ درصد آسیب دیدند در حالی‌که در گروه شل این صدمات ۳۳ درصد و گروه خال ۳۹ درصد است. Naghdi (2004) در بررسی دیگری به این نتیجه رسید که خسارات وارد به زادآوری و درختان باقیمانده در محدوده نوارهای وینچینگ در روش تمام تنه کمتر از روش گرده‌بینه است. Nikooy (2007) بررسی صدمات وارد به توده باقیمانده در پلات‌های قطع، نوارهای کشیدن و اطراف مسیرهای چوبکشی را انجام داد. نتایج بررسی‌ها در پلات‌های قطع نشان داد که صدمات وارد به درختان، نونهال‌ها، نهال‌ها و خال‌ها ناشی از قطع به ترتیب ۲۳/۵، ۲۰/۳، ۲۰/۶ و ۲۶/۵ درصد است.

آگاهی از مقدار و کیفیت اثرات بهره‌برداری و قطع درخت بر روی توده باقیمانده یکی از راه‌های دستیابی مدیران جنگل به اهداف مدیریتی مرتبط با پایداری بهره‌برداری جنگل می‌باشد. در واقع برای اجرا و سپس پایش[3] جنگل‌داری مبتنی بر نظام طبیعت، آگاهی و شناخت از توده‌های جنگلی و اندازه‌گیری مستمر اثرات روش‌های اجرا شده، یک اصل اساسی در مدیریت جنگل است. با توجه به اینکه صدمه به توده باقیمانده یک عامل بسیار بحرانی و تاثیرگذار در عملیات بهره‌برداری جنگل به‌ویژه در مرحله قطع درخت می‌باشد لذا در این راستا اهداف این تحقیق، شناسایی خصوصیات و ویژگی‌های صدمه به درختان در اثر قطع و تخمین مقدار صدمه به توده باقیمانده می‌باشد.

مواد و روش

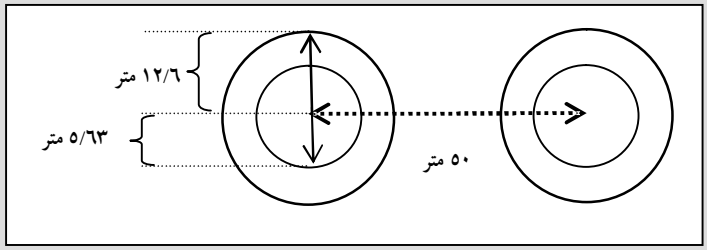
منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در پارسل ۲۲۰ بخش نمخانه جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود انجام شد. مساحت پارسل مذکور ۲۷ هکتار است. موجودی حجمی و تعداد در هکتار در پارسل ۲۲۰ به ترتیب ۵۰۴ سیلو و ۱۷۳ اصله است. تیپ فعلی جنگل، راش به همراه ممرز و توسکا است. ارتفاع از سطح دریا ۱۰۰۰ تا ۱۱۳۵ متر و میزان بارندگی منطقه ۱۵۳۲ میلی‌متر و میانگین بارندگی در تیر و مرداد به ترتیب ۶۵/۶ و ۶۴/۳ میلی‌متر است (Etemad, 2001). شیوه بهره‌برداری و جنگل‌شناسی در پارسل مورد مطالعه به‌صورت تک‌گزینی و میزان حجم برداشت در پارسل ۲۲۰، ۹۴۸ سیلو (۳۵ سیلو در هکتار) است، هم‌چنین در پارسل ۲۲۰ به تعداد ۲۷۰ (۱۰ اصله درخت در هکتار) نشانه‌گذاری شده است. عملیات آماربرداری از خسارت‌ها پس از قطع درختان، در اسفند ۱۳۸۶ انجام شد.

روش مطالعه

بـه منظـور تعیـین مقـدار خـسارت وارد بـه درختـان و زادآوری از روش نمونـه‌بـرداری مـنظم تـصادفی اسـتفاده شد. با توجه به پراکنده بودن قطع درختان به دلیـل اعمـال شـیوه برداشـت تـک‌گزینـی و بـرای کمتـر کـردن اشـتباه آمـاربرداری از شـبکه آمـاربرداری بـه ابعـاد ۵۰*۵۰ متـر استفاده شد. برای تعیین خسارت به زادآوری قبل و بعد از قطع درختان، در قطعـه نمونـه‌هـایی بـه مـساحت ۱۰۰ متـر مربع (۱ آر)، اندازه‌گیری انجـام شـد. بـرای تعیـین مقـدار خسارت به درختان سـرپا، قطعـه نمونـه‌هـایی بـه مـساحت ۵۰۰ متـر مربـع (۵ آر) پیـاده و نمونـه‌بـرداری انجـام شـد (شکل ۱). شدت آماربرداری برای تعیین مقـدار خـسارت در روش نمونه‌بـرداری مـنظم تـصادفی بـا توجـه بـه ابعـاد شـبکه (۵۰*۵۰ متـر) و مـساحت قطعـه نمونـه (بـرای زادآوری؛ ۱ آر و بـرای درختـان؛ ۵ آر) بـه ترتیـب بـرای زادآوری و درختان برابر با ۴ و ۲۰ درصد است. بـا توجـه به پراکندگی درختان نشانه‌گذاری شده در سطح پارسـل، شبکه آماربرداری به طـور تـصادفی در منطقـه پیـاده شـد. برای آماربرداری خسارت به درختان و زادآوری تنهـا در مناطقی از پارسل که نشانه‌گذاری انجـام شـده بـود، قطعـه نمونه‌هـا پیـاده شـدند و در نهایـت ۶۳ مرکـز قطعـه نمونـه برداشت شد.

بعد از پیاده نمودن، اندازه‌گیری خسارت انجـام شـد. از آن‌جـا کـه در هـر قطعـه نمونـه بـرای انـدازه‌گیـری زادآوری، نهال‌هـایی از گونـه‌هـا و سـنین مختلـف وجـود دارد، بنابراین برای سهولت کار اندازه‌گیـری زادآوری‌هـا به سه طبقه نونهال و نهال (با ارتفاع کمتر از ۰/۵ متر)، شل (با ارتفاع ۰/۵ تا ۲ متر) و خال بـا ارتفـاع (۲ تـا ۸-۶ متـر) تقسیم شدند. برای هر طبقه، نهـال‌هـای سـالم بـه تفکیـک نوع گونه شامل راش، ممرز و سایر گونه‌ها شمارش شدند و هم‌چنین نهال‌های آسیب‌دیـده بـه سـه درجـه خـسارت شامل خم شدن تاج، زخمی شدن و شکسته و ریـشه‌کـن شده، تقسیم‌بندی شدند (جدول ۱).



شکل ۱- شبکه آماربرداری و نحوه قرارگیری قطعه نمونه‌های ۱ و ۵ آری

جدول ۱- فرم آمار برداری خسارات وارده به زادآوری (قطر کمتر از ۷/۵ سانتی‌متر) در قطعه نمونه

نونهال و نهال (کمتر از ۰/۵ متر)				شل (۰/۵ تا ۲ متر)				خال (۲ تا ۸-۶ متر)			
سالم	آسیب دیده			سالم	آسیب دیده			سالم	آسیب دیده		
	خم شدن تاج	زخمی شدن	شکسته و ریشه‌کن		خم شدن تاج	زخمی شدن	شکسته و ریشه‌کن		خم شدن تاج	زخمی شدن	شکسته و ریشه‌کن
کد	۱	۲	۳		۱	۲	۳		۱	۲	۳

به منظور تعیین مقدار خسارت به درختان در قطعه نمونه، درختان موجود در هر قطعه نمونه به ۵ طبقه قطری با کدهای ۱ (قطر برابر سینه ۱۰-۰ سانتی‌متر)، ۲ (قطر برابر سینه ۲۰-۱۰ سانتی‌متر)، ۳ (قطر برابر سینه ۴۰-۲۰ سانتی‌متر)، ۴ (قطر برابر سینه ۷۰-۴۰ سانتی‌متر) و ۵ (قطر برابر سینه بیش از ۷۰ سانتی‌متر) طبقه‌بندی شدند. درختان خسارت دیده در اثر قطع و افتادن درخت در قطعه نمونه نیز به صورت زیر تعیین کیفیت شدند: ۱- محل زخم با کد ۱ (امتداد ریشه‌های درخت)، با کد ۲ (تا ۲ متر اول تنه) و با کد ۳ (بیش از ۲ متر)، ۲- شدت زخم با کد ۱ (سطحی؛ آسیب به پوست) و با کد ۲ (عمیق؛ آسیب به کامبیوم)،۳- مساحت زخم با کد ۱ (کمتر از ۱۰۰ سانتی‌متر مربع)، با کد ۲ (۱۰۰۰-۱۰۰ سانتی‌متر مربع) و با کد ۳ (بیش از ۱۰۰۰ سانتی‌متر مربع)، ۴- تعداد زخم با کد ۱ (یک زخم)، با کد ۲ (۲ تا ۳ زخم) و با کد ۳ (بیش از ۳ زخم)، ۵- خسارت به تاج درخت با کد ۱ (یک‌سوم ارتفاع ابتدایی تاج درخت)، با کد ۲ (بین یک‌سوم تا دوسوم ارتفاع تاج درخت) و با کد ۳ (دوسوم انتهایی تاج درخت) (جدول ۲).

نتایج

خسارت‌های وارد شده به زادآوری

از مجموع کل نهال شمارش شده در قطعه نمونه‌ها، ۵۶ درصد مربوط به نونهال و نهال، ۳۱ درصد مربوط به شل و ۱۳ درصد مربوط به خال‌گروه‌ها هستند. بیش از ۹۸ درصد گونه‌های زادآوری مربوط به گونه راش است. نتایج تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد که به طور میانگین در هر قطعه نمونه ۴۷ اصله نهال از گونه‌های مختلف وجود دارد که ۳۷ اصله از نهال‌ها بعد از عملیات قطع درخت سالم هستند. جدول۳ پارامترهای آماری مربوط به تجزیه و تحلیل قطعه نمونه‌ها را نشان می‌دهد (جدول۳). ۲۲ درصد زادآوری در اثر قطع درخت آسیب دیدند که درصد اشتباه آماربرداری حدود ۷ درصد است، یعنی به احتمال ۹۵ درصد، صدمه به زادآوری کمتر از ۲۴ درصد و بیشتر از ۲۱ درصد است. در گروه نونهال و نهال، شل و خال به ترتیب ۲۱، ۲۰ و ۳۲ درصد زادآوری‌ها آسیب دیدند.

جدول ۲- فرم آماربرداری خسارات قطع درختان (قطر بیش از ۷/۵ سانتی‌متر) در قطعه نمونه

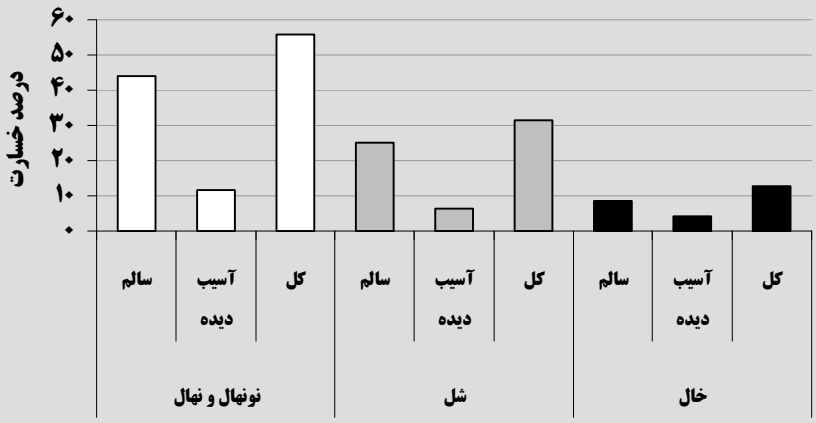
نوع گونه	قطر درخت (سانتی‌متر)					محل زخم			شدت زخم		مساحت زخم (cm^2)			تعداد زخم			خسارت تاج		
کد	۱	۲	۳	۴	۵	۱	۲	۳	۱	۲	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳

جدول ۳- پارامترهای آماری مربوط به تجزیه و تحلیل زادآوری در قطعه نمونه‌های ۱ آری

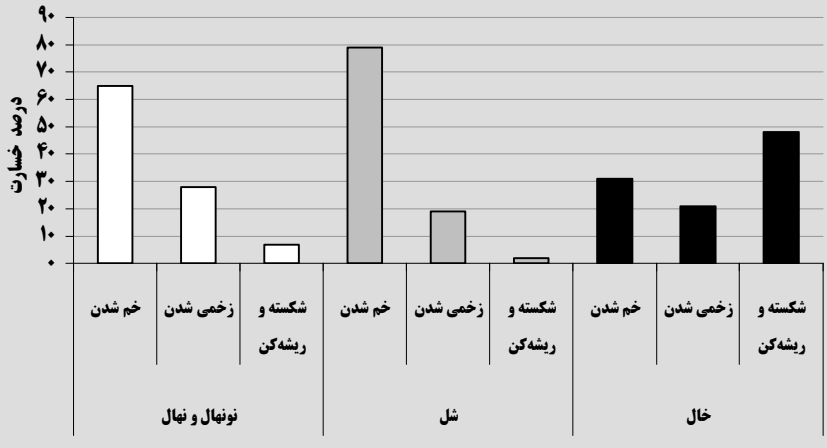
متغیر	مجموع تعداد زادآوری	تعداد زادآوری سالم	تعداد زادآوری آسیب دیده
تعداد کل	۲۹۶۷	۲۳۰۵	۶۶۲
میانگین	۴۷/۱	۳۶/۶	۱۰/۵
حداکثر	۳۰۸	۱۹۴	۱۱۴
حداقل	۰	۰	۰
انحراف از معیار	۵۷/۸	۴۲/۲	۲۰/۵
اشتباه معیار	۷/۳	۵/۳	۲/۶
درصد اشتباه آماربرداری	۳۰/۴	۲۸/۵	۴۸/۲

از مجموع زادآوری‌های اندازه‌گیری شده، ۵۵/۷ درصد مربوط به طبقه نونهال و نهال هستند که ۱۱/۷ درصد آن آسیب دیده و ۴۴ درصد سالم هستند. در طبقه شل گروه‌ها که شامل ۳۱/۵ درصد کل زادآوری‌ها است، ۲۵/۱ درصد از آنها سالم و ۶/۴ درصد آسیب دیدند. خال گروه‌ها ۱۲/۸ درصد زادآوری را تشکیل می‌دهند که ۴/۲ درصد آسیب دیده و ۸/۶ درصد سالم هستند (شکل ۲).

با افزایش ارتفاع نهال از میزان درصد خسارت نیز کاسته می‌شود که این در درجه اول به علت کم شدن تعداد نهال‌ها در گروه‌های شل و خال نسبت به نونهال و نهال است. از سویی دیگر درصد خسارت به نونهال و نهال و شل گروه‌ها به ترتیب در درجه‌های خم شدن، زخمی شدن و شکسته و ریشه‌کن شدن کم می‌شود. ولی در خال گروه‌ها، پایه‌ها به علت صدمه وارده بیشتر شکسته و ریشه‌کن می‌شوند، در واقع با افزایش قطر یقه نهال یا با افزایش ارتفاع نهال‌ها، بر میزان صدمه‌پذیری آنها افزوده می‌شود.



شکل ۲- درصد زادآوری سالم و آسیب‌دیده خسارت به تفکیک نهال، شل و خال



شکل ۳- درصد خسارت در قطعه نمونه‌ها به تفکیک نهال، شل و خال

خسارت‌های وارد شده به درختان

از مجموع تعداد ۷۰۷ درخت اندازه‌گیری شده در قطعه نمونه‌ها، ۶۶۱ درخت سالم و تعداد ۴۶ اصله درخت آسیب دیدند، به عبارت دیگر، ۷ درصد درختان توده جنگلی در این پارسل در اثر قطع و انداختن درختان دچار صدمه شدند. نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که به طور میانگین ۱۱ درخت در هر قطعه نمونه ۵ آری وجود دارد که ۱ اصله درخت به طور میانگین در هر قطعه نمونه آسیب دیده بودند. جدول ۴ پارامترهای آماری مربوط به تجزیه و تحلیل قطعه نمونه‌ها را نشان می‌دهد (جدول ۴).

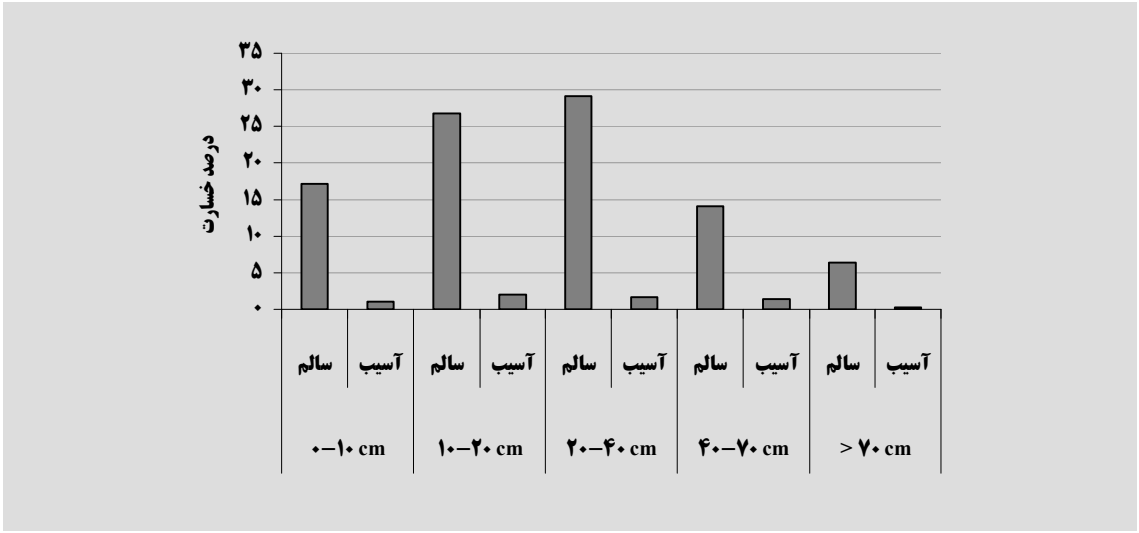
درختان در طبقات قطری پنجگانه تقسیم‌بندی شدند که ۱۸ درصد از درختان در طبقه قطری ۱۰-۰ سانتی‌متر، ۲۹ درصد درختان در طبقه قطری ۲۰-۱۰ سانتی‌متر، ۳۱ درصد درختان در طبقه قطری ۴۰-۲۰ سانتی‌متر، ۱۵ درصد درختان در طبقه قطری ۷۰-۴۰ سانتی‌متر و ۷ درصد در ختان در طبقه قطری بیش از ۷۰ سانتی‌متر قرار دارند. بیشترین مقدار درختان آسیب‌دیده در طبقات ۲۰-۱۰، ۴۰-۲۰ و ۷۰-۴۰ سانتی‌متر است که به ترتیب برابر ۲، ۲ و ۱ درصد است (شکل ۴).

همچنین اندازه‌گیری کیفی صدمه وارد به درختان در اثر انداختن و برخورد درختان قطع شده با آنها نیز انجام شد. در ارتباط با محل زخم، ۹ درصد مربوط به ریشه، ۱۷ درصد مربوط به ۲ متر اول تنه و ۷۴ درصد مربوط به ارتفاع بیشتر از ۲ متر اول تنه است. از آن‌جا که در این بررسی تنها میزان خسارت قطع بررسی شده است، بنابراین به علت برخورد و افتادن درخت قطع شده بر روی درختان مجاور، قسمت‌های بالایی تنه درختان آسیب بیشتری دید (شکل ۵). در مورد متغیر شدت زخم، ۶۳ درصد آسیب‌های وارد به درختان سطحی و ۳۷ درصد زخم‌ها، عمیق بوده و آسیب جدی به کامبیوم وارد شده است. همچنین ۵۲ درصد از زخم‌های وارد به درختان دارای مساحت کمتر از ۱۰۰ سانتی‌مترمربع، ۳۳ درصد با زخم‌هایی با مساحت بین ۱۰۰۰-۱۰۰ سانتی‌متر مربع و ۱۵ درصد دارای زخم‌هایی با مساحت بیش از ۱۰۰۰ سانتی‌متر مربع هستند (شکل ۵).

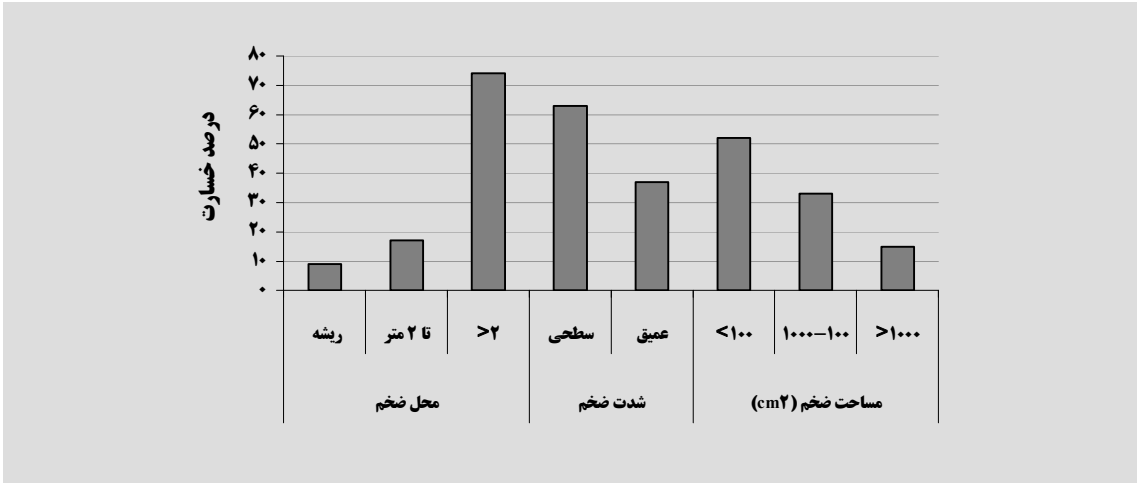
از نظر تعداد زخم در هر درخت آسیب دیده، ۲۲ درصد درختان ۱ زخم، ۵۴ درصد ۳-۲ زخم و ۲۴ درصد بیش از ۳ زخم دارند که عامل اصلی آن برخورد درخت قطع شده با درختان مجاور است. در مورد خسارت به تاج درختان آسیب دیده نیز نتایج تجزیه و تحلیل نشان داد که ۱۳ درصد درختان در یک سوم اتدایی تاج دچار و ۳۹ درصد از درختان در بین یک سوم تا دو سوم ارتفاع تاج و ۴۸ درصد از درختان در ارتفاع بالاتر از دو سوم دچار آسیب شدند (شکل ۶).

جدول ٤- پارامترهای آماری مربوط به تجزیه و تحلیل درختان در قطعه نمونه‌های ۵ آری

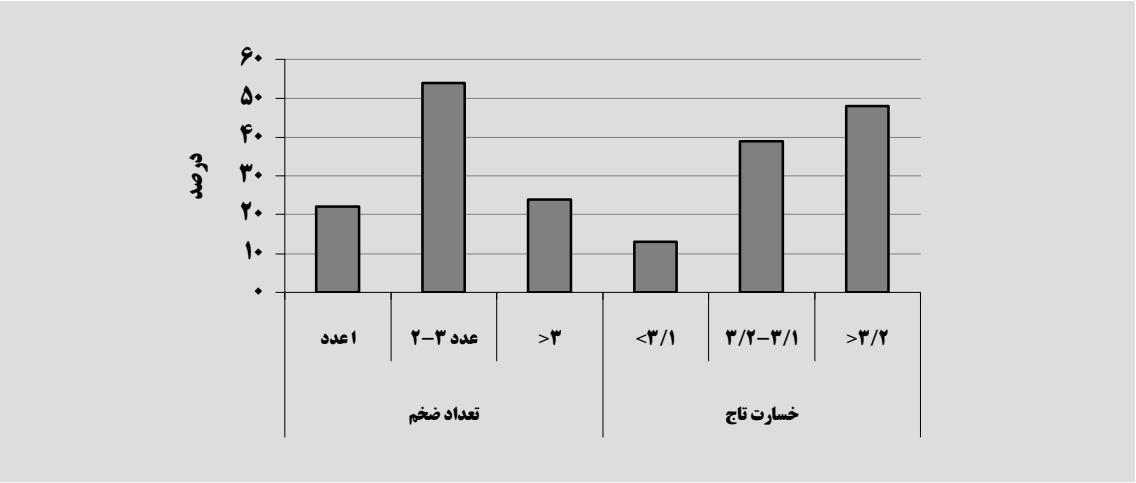
متغیر	مجموع تعداد درختان	تعداد درختان سالم	تعداد درختان آسیب دیده
تعداد کل	۷۰۷	۶۶۱	۴۶
میانگین	۱۱/۲	۱۰/۵	۰/۷۳
حداکثر	۲۵	۲۵	۵
حداقل	۳	۲	۰
انحراف از معیار	۵/۶۵	۵/۸۴	۱/۱۱
اشتباه معیار	۰/۷۱	۰/۷۴	۰/۱۴
درصد اشتباه آماربرداری	۱۲/۴	۱۳/۷	۳۷/۶



شکل ٤– درصد خسارت درختان سالم و آسیب‌دیده در قطعه نمونه‌ها به تفکیک پنج طبقه قطری



شکل ٥– درصد خسارت وارد به درختان با توجه به محل زخم، شدت زخم و مساحت زخم



شکل ٦– درصد خسارت وارد به درختان با توجه به تعداد زخم و خسارت تاج

بحث و نتیجه‌گیری

تاکنون تعدادی از محققین روش منظم تصادفی را برای اندازه‌گیری خسارت توده‌ها استفاده کردند (Hosseini, 1994; Ahamadi, 1996; Han, 1998; Han and Kellogg, 2000; Froese and Han, 2006). در این تحقیق صدمه به درختان و زادآوری تنها در مرحله قطع درخت بررسی شده است، هرچند بیشتر تحقیقات مذکور در مقدمه، مجموع صدمه‌ها به توده جنگلی را در تمام مراحل بهره‌برداری از قطع درخت تا خروج چوب بررسی و ارزیابی نمودند. نکته قابل توجه این است که با استفاده از نتایج این تحقیق، می‌توان خسارت‌های وارد به عرصه و توده سرپا را در مرحله قطع ارزیابی نموده و برای کاهش خسارت حاصل از قطع درخت، برنامه‌ریزی و آموزش اکیپ‌های قطع را به بهترین شکل انجام داد. اکثر درختان صدمه دیده در این تحقیق را راش و ممرز شامل می‌شوند، درصد بالای صدمه این دو گونه در اثر قطع درخت به علت حساسیت این دو گونه به صدمات مکانیکی حاصل از قطع نیست، بلکه در درجه اول مربوط به حضور غالب این دو گونه در توده‌های جنگلی مورد مطالعه است. به عبارت دیگر، در منطقه مورد مطالعه، راش و ممرز اکثریت تعداد درختان را تشکیل می‌دهند.

نتایج نشان داد که با افزایش قطر درصد درختان صدمه دیده کاهش می‌یابد و این کاهش به تبعیت از کاهش تعداد درختان با افزایش قطر در توده‌های ناهمسال است. یافته‌های این تحقیق منطبق با نتایج Hosseini (1994)، Naghdi (2004) و Nikooy (2007) است که بیشترین درصد درختان صدمه را در طبقه قطری کمتر از ۳۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری نمودند. از منظر دیگر، اهمیت طبقه‌بندی فوق از آن جهت حائز اهمیت است که در توده‌های ناهمسال، درختان جوان و میانسال نقش تعیین کننده در رویش جنگل دارند و در سیستم جنگل‌داری گزینشی، این درختان سال‌های زیادی در توده باقی گذارده می‌شوند تا نقش خود در توده را انجام دهند. بنابراین عوامل ثانویه باعث گسترش صدمات مکانیکی وارد شده به درختان شده و منتج به کاهش رویش و ارزش بالقوه توده‌های جنگلی می‌شوند. در صورتی که در سایر سیستم‌های جنگل‌داری درختان بعد از دوره‌ای از عرصه خارج می‌شوند و نقش صدمه در کاهش رویش و ارزش توده کمرنگ‌تر خواهد بود. نکته‌ای مهم که از برآیند این مبحث استنباط می‌شود این است که در جنگل‌داری گزینشی، خسارت به درختان و توده سرپا در طول سال‌ها باقی می‌ماند و باعث 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 جهت مناسب قطع درخت که به‌علاوه خسارت به درختان مجاور مسیرهای چوب‌کشی را حداقل سازد، بسیار مهم و اساسی است.

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 بوده و سبب کاهش ارزش چوب درخت در برداشت‌های بعدی می‌شود. یافته‌های این تحقیق مشابه تحقیقات قبلی انجام گرفته در این زمینه است که بیان می‌دارد آسیب‌ها به ابتدای تنه یا مجاورت آن وارد می‌شود (Bettinger and Kellogg, 1993; Han, 1998; Froese and Han, 2006). در توده‌های پیسه‌آ برداشت شده 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, 1993). (Froese and Han, 2006) بیان نمودند که ۶۷ درصد صدمه به ۲ متر اول تنه درختان وارد شد.

وقتی که پوست درخت زنده کنده می‌شود، سلول‌های آوندی کامبیوم جدا شده و از بین می‌روند و لایه زاینده شروع به توسعه از اطراف پوست زنده زخم نموده و به سمت مرکز زخم رشد می‌کند. زخم‌های با مساحت وسیع به ندرت التیام می‌یابند. بنابراین اندازه زخم در التیام زخم بسیار اساسی است و زمانی که یک زخم کاملا التیام می‌یابد، مراحل پوسیدگی ممکن است متوقف یا بسیار کم شود. نتایج نشان داد که حدود ۵۰ درصد زخم‌های ایجاد شده در هر درخت دارای مساحتی کمتر از ۱۰۰ سانتی‌متر مربع هستند که معمولاً التیام می‌یابند. محققین بیان داشتند که آسیب‌های بهره‌برداری از نظر اندازه دارای حد تغییرات گسترده‌ای است. در توده‌های سوزنی‌برگ، اندازه زخم در درختان صدمه دیده در محدوده ۰/۱۳ تا ۲۹۶۷/۷۷ سانتی‌متر مربع است (Bettinger and Kellogg, 1993). Froese and Han (2006) نتیجه گرفتند که ۸۴ درصد زخم‌ها در تمام گونه‌ها دارای اندازه‌ای کمتر از ۱۹۴ سانتی‌متر مربع بود. زخم شدن باعث پوسیدگی تنه بوسیله عوامل قارچی شده، به صورت بالقوه منتج به از دست رفتن حجم مورد نظر در آینده خواهد شد (Han and Kellogg, 2000). رویهم رفته، مساحت زخم عامل بسیار مهمی است که در ایجاد پوسیدگی تاثیرگذار است. سن زخم نسبت به اندازه زخم دارای اثر بیشتری بر روی کاهش حجم چوب آینده دارد و با افزایش سن زخم، حجم پوسیدگی افزایش می‌یابد (Vasiliauskas, 2001). مهم‌ترین نتیجه پاتولوژیکی صدمه مکانیکی به درختان سرپا، توسعه پوسیدگی و رنگ باختگی در زخم است (Vasiliauskas, 2001). به جز کمی استثناء، اکثریت گونه‌های درختی نسبت به آلودگی قارچ پوسیدگی در محل زخم بسیار مستعد هستند. آلودگی زخم‌ها به قارچ در درختان ممکن است منجر به افت جدی چوب شود. به دنبال آلودگی زخم، پوسیدگی در بیشتر گونه‌های درختی به بخش مرکزی ساقه حمله می‌کند و در بالا و پایین زخم‌ها گسترده می‌شود. بنابراین پوسیدگی در زخم‌های با اندازه بزرگتر و عمق و شدت بیشتر، با احتمال بیشتری رخ داده و گسترش می‌یابد و در نهایت سبب کاهش ارزش توده جنگلی در برداشت‌های آینده می‌شود.

از مجموع کل نهال شمارش شده در قطعه نمونه‌ها، ۵۶ درصد مربوط به نونهال و نهال، ۳۱ درصد مربوط به شل و ۱۳ درصد مربوط به خال‌گروه‌ها هستند. بیش از ۹۸ درصد زادآوری‌ها مربوط به گونه راش است. نتایج تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد که به طور میانگین در هر قطعه نمونه ۴۷ اصله نهال از گونه‌های مختلف وجود دارد که ۳۷ اصله از نهال‌ها بعد از عملیات قطع درخت سالم هستند. در گروه نونهال و نهال، شل و خال به ترتیب ۲۱، ۲۰ و ۳۲ درصد زادآوری‌ها آسیب دیدند. با افزایش ارتفاع نهال از میزان درصد خسارت نیز کاسته می‌شود که این در درجه اول به علت کم شدن تعداد نهال‌ها در گروه‌های شل و خال نسبت به نونهال و نهال است. از سویی دیگر درصد خسارت به نونهال و نهال و شل‌گروه‌ها به ترتیب در درجه‌های خم شدن، زخمی شدن و شکسته و ریشه‌کن شدن کم می‌شود ولی در خال‌گروه‌ها، پایه‌ها به علت صدمه وارده بیشتر شکسته و ریشه‌کن می‌شوند، در واقع با افزایش قطر یقه نهال یا با افزایش ارتفاع نهال‌ها، بر میزان صدمه‌پذیری آنها افزوده می‌شود. بیشترین مقدار درختان آسیب‌دیده در طبقات ۲۰-۱۰، ۴۰-۲۰ و ۷۰-۴۰ سانتی‌متر است که به ترتیب برابر ۲، ۲ و ۱ درصد است. مقدار خسارت اندازه‌گیری شده در این بررسی نسبت به سایر تحقیقاتی که توسط محققین (Fairweather, 1991; Bettinger and Kellogg, 1993; Hosseini, 1994; Ahamadi, 1996; Han, 1998; Han and Kellogg, 2000; Froese and Han, 2006) انجام

شده است، کمتر است که دلیل عمده آن مربوط به اندازه‌گیری خسارت تنها در اثر قطع و انداختن درختان است. البته تجربه زیاد و مهارت و دقت کافی کارگران قطع در منطقه مورد مطالعه را هم نباید از نظر دور داشت.

پیشنهادها

با توجه به نتایج این تحقیق پیشنهاداتی برای بهبود شرایط کار و کاهش میزان اثرات زیست‌محیطی بهره‌برداری جنگل به توده سرپا ارائه می‌شود: از آنجا که درصد بالایی از صدمه به توده و زادآوری در اثر قطع درخت اتفاق می‌افتد، بنابراین تربیت و آموزش کارگران ماهر قطع بسیار مهم و اساسی است. انداختن درختان براساس اصول علمی و استفاده از گوه و یا در موارد ضروری از تیرفور برای انداختن درخت در جهت مناسب از اهمیت زیادی برخوردار است، زیرا که از یک سو صدمه به خود درخت کمتر شده و از شکستن آن جلوگیری می‌شود و از سوی دیگر از انداختن درخت بر روی گروه‌های زادآوری جنگل، ممانعت می‌گردد. بهره‌برداری درخت در مرحله قطع باعث ایجاد صدمه و زخم به درختان می‌شود که در مرحله بعد عوامل بیماریزای ثانویه به محل زخم هجوم آورده، ضمن ایجاد پوسیدگی باعث کاهش رویش درخت می‌شوند. پیشنهاد می‌شود مطالعاتی راجع به مدت زمان بهم پیوستن پوست درختان گونه‌های مختلف در محل زخم انجام شود و عوامل موثر در ایجاد پوسیدگی درختان بعد از مرحله آسیب دیدگی بررسی شود. نگارندگان امیدوارند که نتایج این بررسی مورد استفاده علاقمندان و مجریان قرار گیرد و این کار در صورت لزوم در سایر طرح‌های جنگل‌داری شمال کشور مورد استفاده قرار گیرد.

پی‌نوشت‌ها

1- Harvester

2- Forwarder

3- Monitoring

منابع

Ahmadi, H. (1996). *Residual stand damage from logging operation*. MSc. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.

Allen, E., T. White (1997). Decay associated with logging injuries in western larch, Larix occidentalis, and lodgepole pine, Pinus contorta. Nat. Resour. Can., For. Res. Appl. Tech. Transf. Note No. 7. Pac. For. Cent., Victoria, BC. 4 p.

Benson, R.E. and M.J. Gonsior (1981). Tree damage from skyline logging in western larch/Douglas-fir stands. International Forest and Range Experiment Station, USDA Forest Service, Research Paper INT- 268.15 p.

Bettinger, P., 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.

Etemad, V. (2001). *Study of quantitative and qualitative characteristics of beech tree seed in Mazandaran Province*. Ph.D. Thesis, Faculty of Natural Resources. University of Tehran.

Faorweather, S.E. (1991). Damage to residual trees after cable logging in northern hardwoods. *Northern Journal of Applied Forestry*, 8(1): 15-17.

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.

Naghdi, R. (2004). *Study of optimum road density in tree length and cut to length system*. Ph.D. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tarbiat Modarres.

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, Natural Resurces Faculty, Tehran University.

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.

Vasiliauskas, R. (1993). Wound decay of Norway spruce associated with logging injury and bark stripping. Proc. Lithuanian For. Res. Inst. 33, 144-156.

Vasiliauskas, R. (2001). Damage to trees due to forestry operations and its pathological significance in temperate forests: a literature review. *Forestry*, 74 (4): 319-336.

Yilmaz, M. and A.E. Akay (2008). Stand Damage of a Selection Cutting System in an Uneven Aged Mixed Forest of Çimendagi in Kahramanmaras-Turkey. *International Journal of Natural and Engineering Sciences,* 2 (1): 77-82.

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.

Han, H.S., L.D. Kellogg (2000). Damage characteristics in young Douglas-fir stands from commercial thinning with four timber harvesting systems. *Western Journal of Applied Forestry*, 15(1):1-7.

Han H.S., L.D. Kellogg, G.M. Filip, T.D. Brown (2000). Scar closure and future timber value losses from thinning damage in western Oregon. *Forest Product Journal*, 50(1): 36-42.

Han, H.S., (1998). *Damage to young Doglas-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 satate university.

Han, H.S. and L.D. Kellogg (2000). A comparison of sampling methods for measuring residual stand damage from commercial thinning. *International journal of forest engineering*, 11 (1): 8-18.

Han, H.S., T.W. Steele and L.D. Kellogg (2003). DamQuick: A New Method for Rapidly Assessing Residual Stand Damage during Partial Timber Harvests. *Western Journal of Applied Forestry*, 18 (2): 81-87.

Hosseini, S. M. (1994). *Study of forest utilization impacts on residual stand in Darabkola Forest management Plan*. MSc. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tarbiat Modarres.

Lanford, B.L. and B.J. Stokes (1995). Comparison of two thinning systems. Part 1. Stand and site impacts. *Forest Products Journal*, 45(5): 74-79.