خسارت برف به درختان در توده‌های طبیعی و مدیریت‌شدهٔ جنگل‌های شمال ایران

فرزام توانکار[1*]، امیر اسلام بنیاد[2] و بهروز کرمدوست مریان[3]

[1]استادیار گروه جنگلداری، واحد خلخال، دانشگاه آزاد اسلامی
[2]دانشیار گروه جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه گیلان
[3]مدیر تحقیقات و نوآوری، شرکت سهامی جنگل شفارود

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۷/۱)

چکیده

مدیریت جنگل‌ها از طریق تأثیر بر ساختار توده‌ها تأثیر تعیین‌کننده‌ای در کاهش یا افزایش شدت و وسعت خسارت برف بر درختان خواهد داشت. در این تحقیق خسارت برف بر درختان در دو تودهٔ طبیعی و مدیریت‌شده به شیوهٔ جنگل‌شناسی تک‌گزینی در جنگل‌های ناو اسالم گیلان بررسی و مقایسه شد. انواع خسارت برف بر گونه‌ها و سنین مختلف درختان از طریق نمونه‌برداری به روش منظم-تصادفی با قطعات نمونهٔ دایره‌ای ۱۰ آری و فواصل منظم ۱۰۰ متر از یکدیگر جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد فراوانی خسارت برف بر درختان در تودهٔ مدیریت‌شده (۱۰/۲ درصد) بیشتر از تودهٔ طبیعی (۷/۲ درصد) بود ($P < ۰/۰۱$). تغییرات ایجادشده در ساختار سنی و ترکیب گونه‌ای درختان تودهٔ مدیریت‌شده طی برش‌های تک‌گزینی، عامل اصلی بیشتر بودن خسارت برف در این توده نسبت به تودهٔ طبیعی بود. بیشترین فراوانی خسارت در درختان جوان با ضریب قدکشیدگی زیاد مشاهده شد. به‌منظور مقاوم‌سازی جنگل‌های بررسی‌شده در برابر خطر خسارت برف، اقداماتی مانند افزایش طول دورهٔ بهره‌برداری از ۱۰ سال به ۲۰ سال، کاهش حجم برداشت در هر دوره بهره‌برداری، کاهش سطح حفره‌های زادآوری، افزایش تعداد درختان قطور، عدم قطع درختان حاشیهٔ جنگل، اجرای عملیات تنک کردن در توده‌هایی که در اثر برش‌های قبلی یکدست، همسال، جوان و دارای ضریب قدکشیدگی زیادند و نیز عدم قطع درختان در یال‌ها، شیب‌های تند با عمق کم خاک که مناطق حساس در برابر برف به‌شمار می‌روند، توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: برهم‌خوردگی طبیعی، جنگل ناو اسالم، ساختار توده، شیوهٔ تک‌گزینی، ضریب قدکشیدگی.

* نویسندهٔ مسئول شماره تماس: ۰۹۱۱۱۸۳۳۰۸۴ ایمیل:tavankar@aukh.ac.ir

مقدمه

خسارت برف بر درختان، از نظر اکولوژیکی یکی از عوامل طبیعی برهم‌خوردگی توده‌های جنگلی است و موجب افزایش تنوع زیستی و تجدید حیات این توده‌ها می‌شود، اما به‌دلیل کاهش کیفیت و کمیت چوب تولیدی و درآمد نیز اهمیت اقتصادی زیادی دارد (Attiwill, 1994; Angers *et al*., 2005; Papaik and Canham, 2006). مشخصات ساختار توده‌ها، فیزیوگرافی و شرایط آب‌وهوایی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کنندهٔ خسارت برف بر جنگل‌هاست (Nykänen *et al*., 1997). مدیریت جنگل‌ها از طریق تأثیر بر ساختار توده‌ها، تأثیر تعیین‌کننده‌ای در کاهش یا افزایش شدت و وسعت خسارت برف بر درختان خواهد داشت (Paatalo, 2000). در جنگل‌های اروپا تحقیقات گسترده‌ای در زمینهٔ تأثیر مدیریت بر حساسیت توده‌ها در برابر برف انجام گرفته است (Solantie, 1994; Hurtalova *et al*., 2007). در توده‌های طبیعی، هم ساختار افقی و هم ساختار عمودی از عوامل تأثیرگذار بر مقاومت یا حساسیت آنها در برابر برف‌های سنگین هستند (Martin-Alcon, *et al*., 2010). توده‌های منظم و جنگلکاری‌ها مقاومت کمتری در برابر برف نسبت به توده‌های نامنظم و طبیعی دارند (Martin-Alcon, *et al*., 2010). مقاومت گونه‌های مختلف درختان در برابر برف متفاوت است (Zhu *et al*., 2006; Martiník and Mauer, 2012). نوع خسارت برف نیز در گونه‌های مختلف، متفاوت گزارش شده است (Zhu *et al*., 2006). تجمع زیاد برف، موجب وارد آمدن فشار بر تاج، تنه و ریشهٔ درختان می‌شود. در تحقیقات، چهار نوع خسارت برف گزارش شده که عبارتند از: شکستگی تاج، شکستگی تنه، خم شدن و ریشه‌کن شدن (Nykänen *et al*., 1997). شدت خسارت برف، با مشخصات درختان توده ارتباط دارد (Hurtalova *et al*., 2007). به‌طور معمول درختان بزرگ‌تر توده‌ها که ارزش اقتصادی بیشتری دارند، بیشتر در معرض خسارت برف هستند (Teste and Lieffers, 2011). در بیشتر مطالعات، نسبت ارتفاع به قطر درختان (ضریب قدکشیدگی) از عوامل مهم در شدت خسارت برف در توده‌ها گزارش شده است (Paatalo *et al*., 1999; Cameron, 2002; Zhu *et al*., 2006). به‌طور عمومی با افزایش ارتفاع درختان توده (Valinger and Lundqvist, 1992)، افزایش نسبت وزن تاج به تنه (Peltola and Kellomaki, 1993)، افزایش ضریب قدکشیدگی (Zhu *et al*., 2006) و کاهش قطر تنه (Valinger and Fridman, 1997) خسارت برف افزایش می‌یابد.

افزون بر مقدار بارش برف، زمان بارش نیز در خسارت برف بر درختان مؤثر است. خسارت برف در زمان برگ‌دار بودن درختان افزایش می‌یابد. این خسارت وقتی که خاک یخ‌نزده است نیز بیشتر است، زیرا ریشه‌ها در زمین یخ‌زده بهتر لنگربندی (استقرار) می‌یابند (Peltola *et al*., 1997). بارش برف سنگین در سال‌های اولیه پس از اجرای عملیات روشن کردن خسارت بیشتری بر توده وارد می‌کند (Teste and Lieffers, 2011). اگر روشن کردن تا رسیدن ارتفاع درختان به ۲۰ متر به تأخیر بیفتد، احتمال خسارت برف زیاد می‌شود. به‌طور معمول ۵ تا ۱۰ سال پس از روشن کردن، توده‌ها در برابر برف سنگین حساس‌اند (Peltola *et al*., 1997). درختان حاشیهٔ حفره‌ها مقاومت کمتری در برابر برف دارند (Valinger *et al*., 1994). در توده‌های باز به‌طور معمول تاج درختان نامتقارن بوده و خطر خسارت برف بیشتر است (Cameron, 2002). باقی گذاشتن درختانی که تاج آنها تکامل یافته است خطر خسارت برف را کاهش می‌دهد (Valinger and Lundqvist, 1992). درختان صدمه‌دیده در اثر عوامل مختلف مانند عملیات جاده‌سازی، قطع و چوبکشی، مقاومت کمتری در برابر برف نسبت به درختان سالم با همان قطر

دارند (Dunham and Cameron, 2000). در تحقیقی گزارش شده است که هر چه توده‌های سوزنی‌برگ کاج جنگلی (*Pinus sylvestris*) ناهمسال‌تر شوند کمتر تحت تأثیر خسارت برف قرار می‌گیرند (Fridman and Valinger, 1998). توده‌های با تراکم زیاد پایه‌ها، تنه‌های سیلندری و سیستم ریشه‌ای کمتر توسعه‌یافته، در برابر برف حساس‌اند (Valinger and Fridman, 1997; Cameron, 2002).

خسارت به جنگل در اثر برف، یک مشکل اقتصادی مداوم در جنگل‌داری اروپا گزارش شده که هر ساله خسارت زیادی به این جنگل‌ها وارد می‌کند (Nicolescu *et al*., 2004; Hurtalova *et al*., 2007; Martin-Alcon, *et al*., 2010). Paatalo, (2000) طی تحقیقی در جنگل‌های جنوب فنلاند، خطر خسارت برف در جنگل‌های مدیریت‌شده و مدیریت-نشده در توده‌های کاج جنگلی (*Pinus sylvestris*)، نراد (*Picea abies*) و توس (*Betula* spp.) را مقایسه کرد و نتیجه گرفت که خطر خسارت برف در توده‌های کاج جنگلی بیشتر از دیگر توده‌هاست. همچنین خطر شکستگی و ریشه‌کن شدن در توده‌های مدیریت‌نشدهٔ کاج جنگلی بیشتر از توده‌های مدیریت‌شدهٔ آن است. در توده‌های مدیریت‌نشدهٔ نراد نیز خطر شکستگی بیشتر است، اما خطر ریشه‌کن شدن در توده‌های مدیریت‌نشدهٔ نراد کمتر است. نتایج تحقیق این نویسنده نشان داد در هر دو تودهٔ مدیریت‌شده و مدیریت‌نشدهٔ توس، خطر انواع خسارت برف وجود دارد. بیشتر بودن خطر خسارت برف در توده‌های مدیریت‌نشده به‌دلیل ضریب قدکشیدگی زیاد آنها عنوان شده است. مدیریت جنگل‌های کوهستانی به‌منظور حفاظت بهتر از توده‌های طبیعی، به اطلاعات دقیق از وسعت و شدت خسارت برف نیاز دارد. فخاری و همکاران (۱۳۸۹) خسارت برف در جنگل‌کاری‌های انجام‌گرفته با چهار گونه صنوبر دلتوئیدس، توسکا قشلاقی، پلت و زربین در استان مازندران را بررسی و فراوانی خسارت برف در هر توده را به‌ترتیب ۶/۲، ۱۸/۳، صفر و ۸۴ درصد گزارش کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که با افزایش ضریب قدکشیدگی و طول تاج، احتمال خسارت برف افزایش می‌یابد.

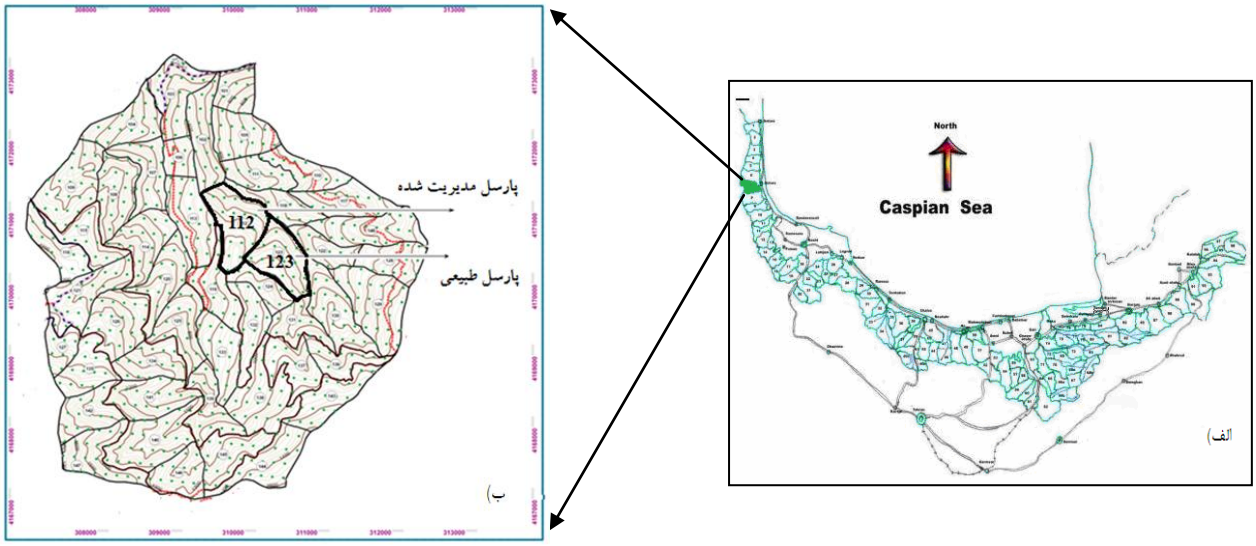
جنگل‌های شمال ایران با مساحت ۱/۸ میلیون هکتار از نظر دیرینگی و تنوع زیاد گونه‌های گیاهی و جانوری، از باارزش‌ترین جنگل‌های طبیعی جهان است (مروی‌مهاجر، ۱۳۸۴). این جنگل‌ها تنها جنگل تجارتی ایران به‌شمار می‌روند و اهمیت زیادی در تولید چوب در کشور دارند. جنگل‌های شمال ایران بیشتر در مناطق کوهستانی واقع شده‌اند. حفاظت از این اکوسیستم‌های با ارزش مهم‌ترین هدف مدیریتی این جنگل‌هاست. تا کنون بررسی‌های گسترده‌ای دربارهٔ خسارت برف در جنگل‌های شمال ایران انجام نگرفته و تحقیقات بیشتر در این زمینه ضرورت دارد. هدف این تحقیق، بررسی و مقایسهٔ خسارت برف بر درختان در توده‌های طبیعی و مدیریت‌شدهٔ جنگل‌های شمال ایران است.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ تحقیق

منطقهٔ تحقیق، جنگل سری یک ناو اسالم در حوضهٔ آبخیز شمارهٔ هفت در استان گیلان است (شکل ۱). مختصات جغرافیایی این سری ″۳۳ °۴۸ تا ″۱ °۴۹ طول شرقی و ″۳۱ °۳۷ تا ″۴۵ °۳۷ عرض شمالی و ارتفاع از سطح دریا از ۸۵۰ تا ۱۱۰۰ متر است. اقلیم منطقه بر اساس ضریب رطوبت دمارتن در گروه مرطوب قرار دارد. مقدار بارش سالانه ۹۲٤ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه در حدود ۱۰/۲ درجهٔ سانتی‌گراد است. از این سری، پارسل‌های ۱۱۲ (مدیریت‌شده) و ۱۲۳ (حفاظت‌شده) به‌ترتیب به وسعت ۶۳ و ۴۳ هکتار به‌عنوان منطقهٔ تحقیق انتخاب شد. مشخصات فیزیوگرافی هر دو پارسل تقریباً مشابه است. تیپ غالب جنگل در هر دو پارسل راشستان همراه با ممرز است.

ساختار توده در هر دو پارسل ناهمسال است و علاوه بر گونه‌های راش (*Fagus orientalis* Lipsky) و ممرز (*Carpinus betulus* L.)، دیگر گونه‌های درختی به‌ترتیب بیشترین فراوانی عبارتند از پلت (*Acer velutinum* Boiss)، شیردار (*Acer cappadocicum* Gled.)، توسکا (*Alnus subcordata* C.A.M.)، بلندمازو (*Quercus castaneifolia* C.A.M.) و نمدار (*Tilia begonifolia* Stev.). پارسل ۱۱۲ (مدیریت‌شده) طی سه دوره در سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۸ و ۱۳۸۸ به روش تک‌گزینی بهره‌برداری شده است. بهره‌برداری از این پارسل مانند دیگر پارسل‌های این سری به طریق سیستم چوبکشی زمینی انجام گرفته است. در پارسل ۱۱۲ (طبیعی) تا کنون هیچ‌گونه برش مدیریتی انجام نگرفته و به‌عنوان پارسل شاهد در این سری حفاظت می‌شود (بی‌نام، ۱۳۸۸). در ۲۰ آذر ۱۳۹۰ بارش برف سنگین به مقدار ۷۴ سانتی‌متر در مدت ۲۴ ساعت در منطقهٔ تحقیق روی داد (سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۹۱). شایان ذکر است که بارش‌های قبل از تاریخ مذکور به شکل باران بود و مجموع بارندگی‌های یک هفته قبل از بارش برف، ۵۷/۴ میلی‌متر بود. هرچند بارش برف در منطقهٔ تحقیق معمول است، این شدت بارش در زمان مذکور استثناست.



شکل ۱- منطقهٔ تحقیق: الف- حوضهٔ آبخیز شمارهٔ هفت در جنگل‌های شمال ایران، ب- سری یک ناو اسالم و موقعیت پارسل‌های مورد بررسی

جمع‌آوری داده‌ها

جمع‌آوری داده‌ها یک هفته پس از بارش برف از طریق نمونه‌برداری به‌روش منظم-تصادفی انجام گرفت (Zhu *et al.*, 2006; Martin-Alcon *et al.*, 2010). شکل قطعات نمونه دایره‌ای، مساحت آنها ۱۰ آر و فواصل آنها از یکدیگر ۱۰۰ متر بود. در پارسل مدیریت‌شده، ۶۰ پلات (شدت آماربرداری ۹/۵ درصد) و در پارسل طبیعی ۴۰ پلات (شدت آماربرداری ۹/۳ درصد) واقع شدند. در داخل هر پلات قطر برابرسینه (DBH)، ارتفاع (H)، قطر تاج (CD) و طول تاج (CL) تمام گونه‌های درختان (سانتی‌متر DBH ≥ ۷/۵) اندازه‌گیری و ثبت شد. قطر برابرسینهٔ درختان با استفاده از نوار قطرسنج و ارتفاع درختان با استفاده از دستگاه شیب‌سنج سونتو اندازه‌گیری شد. قطر تاج

درختان از تصویر قائم تاج آنها بر روی زمین با متر نواری اندازه گیری شدند. طول تاج از طریق کم کردن ارتفاع تنه بدون شاخه از ارتفاع درخت به‌دست آمد. وضعیت درختان به دو شکل سالم و خسارت‌دیده شناسایی و ثبت شد. خسارات واردآمده بر درختان به چهار نوع: صدمه به تاج (کد۱)، خم شدن (کد۲)، شکستگی تنه (کد۳) و ریشه‌کن‌شده (کد۴) ثبت شد.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

فراوانی خسارت از تقسیم تعداد درختان خسارت‌دیده بر تعداد کل درختان در هر پارسل و برای هر گونه به‌دست آمد. برای مقایسهٔ فراوانی انواع خسارت در دو پارسل و در گونه‌های درختان و در طبقات قطر درختان از آزمون کای اسکوئر (χ^2) استفاده شد (Zhu *et al.*, 2006). ضریب قدکشیدگی درختان از تقسیم ارتفاع بر قطر برابرسینه برای هر درخت به‌دست آمد. میانگین‌های ضریب قدکشیدگی درختان در دو پارسل و وضعیت‌های درختان (سالم و خسارت‌دیده) برای هر گونه از طریق آزمون t نمونه‌های مستقل بررسی شد. میانگین‌های ضریب قدکشیدگی درختان خسارت‌دیده از هر نوع خسارت و در هر گونه از طریق تجزیهٔ واریانس (ANOVA) و آزمون دانکن بررسی و مقایسه شد. برای اطمینان از توزیع نرمال داده‌ها و برابری واریانس‌ها به‌ترتیب از آزمون‌های کولموگروف-اسمیرنوف[1] و لون[2] استفاده شد. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۹ انجام گرفت.

نتایج

خسارت برف در ۱۳۲۵ اصله درخت در تودهٔ مدیریت‌شده و ۱۳۵۲ اصله درخت در تودهٔ طبیعی بررسی شد. تراکم درختان در تودهٔ مدیریت‌شده ۲۲۱ اصله در هکتار، و در تودهٔ طبیعی ۳۳۸ اصله در هکتار برآورد شد که اختلاف معنی‌داری داشتند ($P <$ ۰/۰۱، t=۵/۸۷). فراوانی انواع خسارت برف بر درختان در توده‌های مدیریت‌شده و طبیعی در جدول ۱ ارائه شده است. چهار نوع خسارت برف بر درختان شامل صدمهٔ تاجی، خم شدن، تنه شکسته و ریشه‌کن‌شده تشخیص داده شد. بیشترین نوع خسارت برف در هر دو توده صدمهٔ تاجی بود. فراوانی صدمهٔ تاجی در توده‌های مدیریت‌شده و طبیعی به‌ترتیب ۴/۸ و ۴/۲ درصد بود که اختلاف معنی‌داری نداشتند ($P >$ ۰/۰۵). فراوانی خم شدن درختان در اثر برف در توده‌های مدیریت‌شده و طبیعی به‌ترتیب ۲/۲ و ۱/۷ درصد بود که اختلاف معنی‌داری نداشتند ($P >$ ۰/۰۵). فراوانی خسارت برف به شکل‌های تنه شکسته و ریشه‌کن شده در تودهٔ مدیریت‌شده به‌طور معنی‌داری ($P <$ ۰/۰۵) بیشتر از توده‌های طبیعی بودند. خسارت کل برف نیز در توده‌های مدیریت‌شده و طبیعی به‌ترتیب ۱۰/۶ و ۷/۲ درصد به‌دست آمد که اختلاف معنی‌دار آماری ($P <$ ۰/۰۱) داشتند (جدول ۱).

مشخصات درختان خسارت‌دیده در اثر بارش برف در جدول ۲ ارائه شده است. میانگین ارتفاع درختان خسارت‌دیده در تودهٔ طبیعی (۲۴/۵ متر) بزرگ‌تر از میانگین ارتفاع درختان خسارت‌دیده در تودهٔ مدیریت‌شده (۱۹/۶ متر) بود و این دو میانگین اختلاف معنی‌دار آماری ($P <$ ۰/۰۱) داشتند. همچنین میانگین قطر برابرسینهٔ درختان خسارت‌دیده در تودهٔ طبیعی (۳۲/۲ سانتی‌متر) بزرگ‌تر از میانگین قطر برابرسینهٔ درختان خسارت‌دیده در تودهٔ مدیریت‌شده (۲۳/۲ سانتی‌متر) بود و اختلاف معنی‌دار آماری داشتند ($P <$ ۰/۰۱). اما میانگین ضریب قدکشیدگی درختان خسارت‌دیده در تودهٔ مدیریت‌شده (۸۴/۱) بزرگ‌تر از ضریب قدکشیدگی درختان خسارت‌دیده در تودهٔ طبیعی (۷۶/۹) بود ($P <$ ۰/۰۱). میانگین‌های قطر و طول تاج درختان خسارت‌دیده در تودهٔ طبیعی بیشتر از مقادیر آنها در تودهٔ مدیریت‌شده بود ($P <$ ۰/۰۱).

[1] Kolmogorov-Smirnov
[2] Levene

جدول ۱- فراوانی انواع خسارت برف در توده‌های طبیعی و مدیریت‌شده

نوع خسارت	مدیریت‌شده		طبیعی		نتایج آزمون کای اسکوئر	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد	مقدار x^2	P-value
صدمهٔ تاجی	۶۴	۴/۸	۵۷	۴/۲	۰/۵۸	۰/۴۴۴
خم شدن	۲۹	۲/۲	۲۳	۱/۷	۰/۸۴	۰/۳۶۱
تنه شکسته	۲۵	۱/۹	۱۱	۰/۸	۵/۸۱	۰/۰۱۶
ریشه‌کن‌شده	۲۲	۱/۷	۷	۰/۵	۸/۱۵	۰/۰۰۴
خسارت کل	۱۴۰	۱۰/۶	۹۸	۷/۲	۹/۰۹	۰/۰۰۳

جدول ۲- مشخصات درختان خسارت‌دیده (میانگین ± انحراف معیار) در توده‌های طبیعی و مدیریت‌شده

مشخصات درختان	مدیریت‌شده	طبیعی	مقدار t	P-value
ارتفاع (متر)	۱۹/۶ ± ۵/۷۹	۲۴/۵ ± ۵/۸۵	۶/۴۷	۰/۰۰۰
قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	۲۳/۲ ± ۱۸/۵۰	۳۲/۲ ± ۲۷/۴۴	۳/۰۲	۰/۰۰۰
ضریب قدکشیدگی	۸۴/۱ ± ۷/۸۳	۸۰/۹ ± ۷/۷۳	۷/۰۳	۰/۰۱۶
قطر تاج (متر)	۴/۳ ± ۱/۵۵	۵/۶ ± ۱/۸۰	۲/۷۳	۰/۰۰۵
طول تاج (متر)	۵/۵ ± ۱/۵۴	۶/۷ ± ۱/۹۰	۲/۶۵	۰/۰۰۷

فراوانی خسارت برف در طبقات قطر برابر سینه درختان در توده‌های طبیعی و مدیریت‌شده در جدول ۳ ارائه شده است. در تودهٔ مدیریت‌شده با افزایش قطر برابرسینه درختان از فراوانی خسارت برف کاسته شده است، به‌طوری که بیشترین فراوانی خسارت برف در طبقهٔ قطری ۷/۵ تا ۲۰ سانتی متر با مقدار ۱۵/۷ درصد و کمترین فراوانی خسارت برف در طبقهٔ قطری بزرگ‌تر از ۱۰۰ سانتی متر با مقدار ۴/۵ درصد مشاهده شد. اما در تودهٔ طبیعی روند کاهش خسارت برف با افزایش قطر برابرسینه درختان به‌صورت منظم نبود و بیشترین فراوانی خسارت برف در طبقهٔ قطری ۷/۵ تا ۲۰ سانتی‌متر با مقدار ۹/۳ درصد و کمترین آن در طبقهٔ قطری ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر با مقدار ۴/۶ درصد مشاهده شد. تا قطر ۴۰ سانتی متر فراوانی خسارت در تودهٔ مدیریت‌شده بیشتر از تودهٔ طبیعی است، اما از قطر بیشتر از ۴۰ سانتی‌متر فراوانی خسارت در تودهٔ طبیعی بیشتر از تودهٔ مدیریت‌شده است. نتایج آزمون کای اسکوئر نشان داد که فراوانی‌های درختان خسارت‌دیده تنها در طبقهٔ قطری ۷/۵ تا ۲۰ سانتی‌متر در دو توده، اختلاف معنی‌دار آماری ($P < ۰/۰۱$) دارند.

فراوانی خسارت برف بر گونه‌های درختان در توده‌های مدیریت‌شده و طبیعی در جدول ۴ ارائه شده است. با توجه به جدول ۴، فراوانی خسارت برف بر تمام گونه‌های درختان به‌جز گونهٔ بلندمازو در تودهٔ مدیریت‌شده بیشتر از تودهٔ طبیعی است. بیشترین فراوانی خسارت برف در تودهٔ مدیریت‌شده در گونهٔ توسکا (۲۵/۶ درصد)، و در تودهٔ طبیعی در گونهٔ بلندمازو (۱۸/۰ درصد) مشاهده شد. گونه‌های توسکا، شیردار، بلندمازو و پلت در هر دو توده خسارت بیشتری نسبت به گونه‌های راش، ممرز، نمدار و ملج دیدند. نتایج آزمون کای اسکوئر نشان داد که فراوانی‌های خسارت در درختان در دو توده در هیچ یک از گونه‌های درختان دارای اختلاف آماری معنی‌دار نیستند ($P > ۰/۰۵$).

جدول ۳- فراوانی خسارت برف در طبقات قطر برابرسینهٔ درختان در توده‌های طبیعی و مدیریت‌شده

طبقهٔ قطر	مدیریت‌شده		طبیعی		نتایج آزمون کای اسکوئر	
(cm)	تعداد	درصد	تعداد	درصد	مقدار x^2	*P*-value
۲۰ – ۷/۵	۱۰۰	۱۵/۷	۵۷	۹/۳	۱۱/۳۶	۰/۰۰۱
۴۰ – ۲۰	۲۵	۶/۱	۱۵	۴/۶	۰/۷۳	۰/۳۹۴
۶۰ – ۴۰	۸	۵/۸	۱۲	۶/۴	۰/۰۵	۰/۸۳۱
۸۰ – ۶۰	۴	۵/۳	۶	۵/۶	۰/۰۱	۰/۹۲۰
۱۰۰ – ۸۰	۲	۴/۸	۵	۶/۸	۰/۲۰	۰/۶۵۲
> ۱۰۰	۱	۴/۵	۳	۵/۷	۰/۰۴	۰/۸۴۵

جدول ۴- فراوانی خسارت برف به گونه‌های درختان در توده‌های طبیعی و مدیریت شده

گونه درخت	مدیریت شده		طبیعی		نتایج آزمون کای اسکوئر	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد	مقدار x^2	*P*-value
راش	۴۴	۷/۱	۴۰	۶/۴	۰/۲۳	۰/۶۳۰
ممرز	۲۵	۸/۳	۱۴	۴/۵	۳/۷۱	۰/۰۵۴
پلت	۱۷	۱۵/۵	۱۱	۹/۶	۱/۲۹	۰/۲۵۶
شیردار	۲۰	۱۸/۳	۱۰	۹/۲	۳/۷۶	۰/۰۵۲
توسکا	۲۲	۲۵/۶	۸	۱۴/۸	۲/۲۸	۰/۱۳۱
بلندمازو	۷	۱۶/۳	۱۱	۱۸/۰	۰/۰۵	۰/۸۱۶
نمدار	۴	۱۴/۳	۲	۴/۷	۱/۹۴	۰/۱۶۳
ملج	۱	۵/۹	۲	۵/۹	۰/۰۰	۱/۰۰۰

میانگین ضریب قدکشیدگی گونه‌های درختان سالم و خسارت‌دیده در توده‌های مدیریت‌شده و طبیعی در جدول ۵ ارائه شده است. در هر دو توده، میانگین ضریب قدکشیدگی درختان خسارت‌دیده به‌طور معنی‌داری ($P < ۰/۰۱$) بزرگ‌تر از میانگین ضریب قدکشیدگی درختان سالم بود. میانگین ضریب قدکشیدگی درختان خسارت‌دیدهٔ گونه‌های راش، ممرز، پلت، شیردار و توسکا به‌طور معنی‌داری ($P <۰/۰۱$) بزرگ‌تر از میانگین ضریب قدکشیدگی درختان سالم این گونه‌ها در توده‌ٔ مدیریت‌شده بود. در توده‌ٔ طبیعی نیز میانگین ضریب قدکشیدگی درختان خسارت‌دیدهٔ همهٔ گونه‌ها به جز بلندمازو به‌طور معنی‌داری ($P < ۰/۰۱$) بزرگ‌تر از میانگین ضریب قدکشیدگی درختان سالم این گونه‌ها بود. در هر دو توده، درختان توسکا بیشترین و درختان بلندمازو کمترین ضریب قدکشیدگی را داشتند.

میانگین ضریب قدکشیدگی درختان خسارت‌دیده به تفکیک نوع خسارت در توده‌های مدیریت‌شده و طبیعی در جدول ۶ ارائه شده است. نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که در هر دو توده‌ٔ مدیریت‌شده و طبیعی

میانگین‌های ضرایب قدکشیدگی درختان خسارت‌دیده به انواع مختلف، تفاوت معنی‌دار آماری ($P < ۰/۰۱$) دارند. در هر دو توده، درختان خسارت‌دیده به‌شکل خم شدن بزرگ‌ترین، و درختان صدمه‌دیدهٔ تاجی کمترین میانگین ضریب قدکشیدگی را داشتند. میانگین‌های درختان خسارت‌دیده در هر چهار نوع خسارت در تودهٔ مدیریت‌شده بزرگ‌تر از تودهٔ طبیعی بود.

جدول ۵- میانگین ضریب قدکشیدگی گونه‌های درختان سالم و خسارت‌دیده در توده‌های طبیعی و مدیریت‌شده

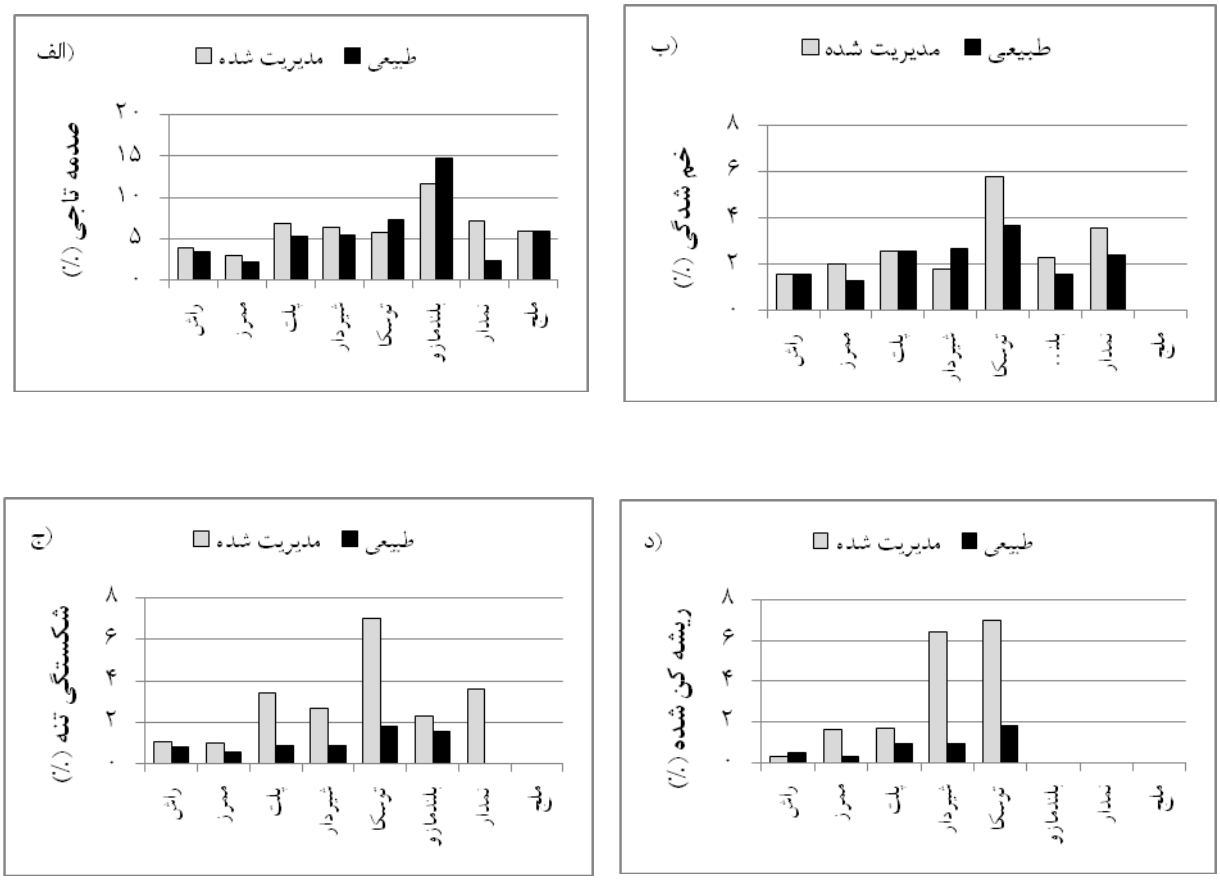
گونهٔ درخت	مدیریت‌شده				طبیعی			
	سالم	خسارت‌دیده	مقدار t	*P*-value	سالم	خسارت‌دیده	مقدار t	*P*-value
راش	۷۷/۱	۸۸/۳	۹/۴۰	۰/۰۰۰	۷۵/۶	۸۶/۵	۱۱/۲۳	۰/۰۰۰
ممرز	۷۰/۶	۷۷/۴	۸/۹۳	۰/۰۰۰	۷۲/۰	۷۷/۱	۷/۴۲	۰/۰۰۹
پلت	۷۹/۵	۸۶/۲	۷/۷۰	۰/۰۰۰	۷۹/۴	۸۵/۰	۸/۷۴	۰/۰۰۰
شیردار	۸۷/۸	۹۵/۷	۹/۸۴	۰/۰۰۰	۸۲/۰	۹۴/۲	۹/۰۳	۰/۰۰۰
توسکا	۹۳/۴	۱۰۲/۵	۱۰/۲۷	۰/۰۰۳	۸۶/۹	۹۷/۴	۱۰/۴۱	۰/۰۰۰
بلندمازو	۶۰/۸	۶۱/۷	۱/۰۶	۰/۱۳۲	۶۴/۹	۶۵/۸	۱/۷۷	۰/۱۱۱
نمدار	۷۸/۴	۷۹/۱	۱/۰۱	۰/۱۵۱	۷۰/۳	۷۸/۹	۷/۰۳	۰/۰۰۰
ملج	۸۱/۶	۸۳/۸	۱/۴۴	۰/۰۸۹	۷۴/۹	۸۴/۳	۸/۸۶	۰/۰۰۰
کل گونه‌ها	۷۶/۲	۸۴/۱	۹/۳۳	۰/۰۰۰	۷۳/۴	۸۰/۹	۸/۶۱	۰/۰۰۰

جدول ۶- میانگین ضریب قدکشیدگی درختان خسارت‌دیده به تفکیک نوع خسارت در توده‌های طبیعی و مدیریت‌شده

نوع خسارت*	صدمهٔ تاجی	خم شدن	تنه شکسته	ریشه‌کن‌شده	مقدار F	*P*-value
مدیریت شده	۷۷/۲^{c}	۹۵/۶^{a}	۸۴/۷^{b}	۷۸/۳^{c}	۴۱/۵۲	۰/۰۰۰
طبیعی	۷۶/۰^{c}	۹۰/۱^{a}	۸۲/۰^{b}	۷۶/۶^{c}	۳۷/۰۵	۰/۰۰۰

*: میانگین‌های دارای حروف غیر مشترک در هر ردیف، تفاوت معنی‌دار آماری در سطح α=۰/۰۵ از طریق آزمون دانکن دارند.

فراوانی انواع خسارت برف بر گونه‌های درختان در توده‌های طبیعی و مدیریت‌شده در شکل ۲ ارائه شده است. فراوانی خسارت برف به‌شکل صدمهٔ تاجی به جز بلندمازو در تمام گونه‌های درختان در تودهٔ مدیریت‌شده بیشتر از تودهٔ طبیعی بود. درختان بلندمازو بیشترین فراوانی خسارت تاجی و درختان ممرز کمترین فراوانی صدمهٔ تاجی را در هر دو داشتند (شکل ۲-الف). بیشترین فراوانی خسارت به‌شکل خم‌شدگی در هر دو تودهٔ مدیریت‌شده و طبیعی در درختان توسکا مشاهده شد (شکل ۲-ب). بیشترین فراوانی‌های خسارت به شکل‌های شکستگی تنه و ریشه‌کن‌شده در هر دو توده نیز در درختان توسکا دیده شد (شکل‌های ۲-ج و ۲-د).



شکل ۲- فراوانی انواع خسارت برف بر گونه‌های درختان در توده‌های طبیعی و مدیریت‌شده:
الف) صدمهٔ تاجی، ب) خم‌شدگی، ج) شکستگی تنه و د) ریشه‌کن‌شده

بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که ۱۰/۲ درصد از درختان در تودهٔ مدیریت‌شده و ۷/۲ درصد از درختان در تودهٔ طبیعی در اثر برف خسارت دیده بودند. در تودهٔ مدیریت‌شده ۳/۶ درصد (۴۷ اصله) به‌علت بارش برف در اثر شکسته شدن تنه یا ریشه‌کن شدن از بین رفته بودند. این مقدار از نظر اقتصادی مهم و شایان توجه است. خسارت واردآمده بر توده، موجب کاهش حجم سرپای توده و توان تولیدی این جنگل‌ها می‌شود. همچنین خسارت واردآمده بر تودهٔ جنگلی با حملهٔ آفات و قارچ‌ها به درختان صدمه‌دیده افزایش می‌یابد (Nykänen *et al*., 1997).

خسارت برف بر درختان به چهار نوع صدمهٔ تاجی، خم شدن، شکستگی تنه و ریشه‌کن شدن تشخیص داده شد. در هر دو توده (مدیریت‌شده و طبیعی) درختان خسارت‌دیده از نوع صدمهٔ تاجی بیشترین فراوانی را در بین درختان خسارت دیده داشتند. در تحقیقات Nykänen *et al*. (1997) و Peltola (1997) *et al*. در جنگل‌های آمیختهٔ کشور چک نیز بیشترین نوع خسارت، صدمه به تاج گزارش شده است. در تحقیق فخاری و همکاران (۱۳۸۹) در توده‌های دست‌کاشت بیست‌ساله در منطقهٔ سوردار و واتاشان در استان مازندران نیز بیشترین فراوانی خسارت، شکستگی تاج و تنه گزارش شده است. صدمه به تاج درختان از قدرت رویش و تجدید حیات آنها می‌کاهد (Schroeder and Eidmann, 1993). ۲/۲ درصد از درختان در تودهٔ مدیریت‌شده و ۱/۷ درصد از درختان در تودهٔ طبیعی در اثر برف به‌شکل خم‌شدگی خسارت

دیده بودند. خم‌شدگی، رویش ارتفاعی و کیفیت چوب درختان را کاهش می‌دهد (Nykänen *et al*., 1997). فراوانی‌های خسارت بر درختان به شکل‌های شکستگی تنه و ریشه‌کن شدن در تودهٔ مدیریت‌شده به‌طور معنی‌داری بیشتر از تودهٔ طبیعی بود که دلیل آن برداشت درختان قطور و افزایش تعداد درختان کم‌قطر در تودهٔ مدیریت‌شده است. زیرا نابودی درختان (ریشه‌کنی و شکستگی تنه) بیشتر در درختان کم‌قطر توده اتفاق می‌افتد. نتایج این تحقیق نیز نشان داد خسارت برف در درختان جوان و کم‌قطر بیشتر از درختان مسن و قطور است. سیستم ریشه‌ای در درختان جوان به‌طور کامل توسعه نیافته است و نسبت به درختان مسن از لنگربندی و استحکام کمتری برخوردارند. این نتیجه همسو با یافته‌های فخاری و همکاران (۱۳۸۹)، Nykänen *et al*. (1997) و Martiník and Mauer (2012) است.

نتایج نشان داد که حساسیت گونه‌های مختلف درختان در برابر خسارت برف متفاوت است. این نتایج همسو با یافته‌های Martiník and Mauer (2012); Peltola *et al*. (1997); Zhu *et al*. (2006); و Nykänen *et al*. (1997) است. تفاوت در ضریب قدکشیدگی گونه‌های مختلف درختان ممکن است دلیل این امر باشد. بیشترین ضریب قدکشیدگی را درختان خم‌شده داشتند. این نتیجه نشان می‌دهد ضریب قدکشیدگی شاخص مناسبی برای پیش‌بینی حساسیت درختان در برابر خسارت برف به‌ویژه خم‌شدگی است. درختان با ضریب قدکشیدگی زیاد، بیشتر از دیگر درختان در معرض خطر برف قرار دارند. فراوانی زیاد خسارت در درختان بلندمازو با وجود کم بودن ضریب قدکشیدگی آنها می‌تواند به‌دلیل فرم تاج آنها باشد؛ زیرا درختان بلندمازو نورپسند و دارای تاج گسترده‌اند و شاخه‌ها با زوایای بزرگ از تنهٔ اصلی انشعاب دارند. در نتیجه تاج درختان بلندمازو در اثر فشار برف، نسبت به درختانی که فرم تاجشان استوانه‌ای است خسارت بیشتری می‌بینند. Zhu *et al*. (2006) در پژوهشی، خسارت برف بر گونه‌های مختلف درختان در جنگل‌های طبیعی پهن‌برگ کوهستانی شمال شرق چین را بررسی کردند و دریافتند که گونه‌های مختلف درختان نه‌تنها در مقدار خسارت کل برف، بلکه در نوع خسارت برف نیز متفاوت‌اند.

در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که فراوانی و نوع خسارت برف به مشخصات درختان وابسته است. گونه، سن، ضریب قدکشیدگی و فرم تاج درختان از مهم‌ترین عوامل مؤثر در خسارت برف هستند. مشخصات درختان در توده‌های جنگلی نه‌تنها در طول زمان تغییر می‌کند، بلکه با اجرای عملیات جنگل‌شناسی نیز دستخوش تغییرات زیادی می‌شود. نتایج این تحقیق نشان داد که فراوانی خسارت برف بر درختان در تودهٔ مدیریت‌شده بیشتر از تودهٔ طبیعی بود. این امر به دلیل تغییرات ایجادشده در ساختار تودهٔ مدیریت‌شده طی برش‌های انجام‌گرفته است و می‌توان آن را به شرح زیر توضیح داد: ۱- در تودهٔ مدیریت‌شده بر اثر برش‌های انجام‌گرفته در دوره‌های قبل، فراوانی درختان کم‌قطر زیاد شده است؛ ۲- در فراوانی گونه‌های درختان تغییرات زیادی ایجاد شده است. در هر دو توده، درختان کم‌قطر متحمل خسارت بیشتری نسبت به درختان قطور شدند. اما از آنجا که فراوانی درختان کم‌قطر در تودهٔ مدیریت‌شده بیشتر از تودهٔ طبیعی بود، فراوانی خسارت در تودهٔ مدیریت‌شده بیشتر بود. همچنین فراوانی درختان توسکا، پلت و شیردار در تودهٔ مدیریت‌شده بیشتر از تودهٔ طبیعی بود. این درختان به‌دلیل روشنایی‌پسند بودن و داشتن ضریب قدکشیدگی بزرگ‌تر، از دیگر گونه‌ها در مقابل برف حساس‌ترند و خسارت می‌بینند. ترکیب گونه‌های درختان در یک توده بر فراوانی و شدت خسارت برف تأثیر می‌گذارد (Zhu *et al*., 2006; Veblen *et al*., 2001; Nykänen *et al*., 1997). جنگل‌های منطقهٔ تحقیق به شیوهٔ جنگل‌شناسی تک‌گزینی با دورهٔ بهره‌برداری ده ساله مدیریت می‌شوند. هدف از اجرای این شیوهٔ جنگل‌شناسی حفظ ساختار طبیعی توده‌هاست. کاملاً

واضح است که این شیوهٔ مدیریت برای این جنگل‌ها مناسب است. در صورت یکدست شدن این جنگل‌ها از نظر گونه، قطر و ارتفاع درختان، خسارت برف بسیار افزایش خواهد یافت. اما با توجه به نتایج این تحقیق که نشان داد فراوانی خسارت برف بر درختان در تودهٔ مدیریت‌شده بیشتر از تودهٔ طبیعی بود پیشنهادهای زیر را می‌توان مطرح کرد: افزایش تعداد درختان قطور در توده، جلوگیری از ایجاد توده‌های یک‌اشکوبه و حفظ تنوع طبیعی گونه‌های درختی.

تنک کردن یکی از اقدامات اصلاحی در توده‌هاست که شدت و زمان اجرای آن تأثیر مستقیمی بر ضریب قدکشیدگی درختان و در نتیجه حساسیت یا مقاومت توده‌ها در برابر بارش برف‌های سنگین دارد (Paatalo, 2000). با اجرای عملیات تنک کردن، رویش قطری درختان افزایش پیدا می‌کند و علاوه بر افزایش سطح مقطع توده، مقاومت توده‌ها در برابر خطر برف فزونی می‌یابد.

در واقع هدف مدیریت باید حفظ ساختار طبیعی توده‌ها که همان ساختار نامنظم است، باشد. برای رسیدن به چنین هدفی، باید تغییرات اساسی در اجرای شیوهٔ تک‌گزینی در این جنگل‌ها انجام گیرد، از جمله: افزایش طول دوره بهره‌برداری از ۱۰ سال به ۲۰ سال؛ کاهش حجم برداشت در هر دورهٔ بهره‌برداری؛ کاهش سطح حفره‌های زادآوری؛ قطع درختان حاشیهٔ جنگل و اجرای عملیات تنک کردن در توده‌هایی که در اثر برش‌های قبلی، یکدست، همسال و جوان‌اند و ضریب قدکشیدگی بزرگ دارند؛ شناسایی مناطق حساس به خطر برف و قطع نکردن درختان در این مناطق. یال‌ها، حاشیهٔ جنگل‌ها، شیب‌های تند با عمق خاک کم از مناطق حساس در برابر برف محسوب می‌شوند.

منابع

بی‌نام، ۱۳۸۸. طرح جنگلداری سری یک ناو اسالم. ادارهٔ منابع طبیعی اسالم، ۲۸۱ ص.

سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۹۱. آمار استان‌ها، دسترسی در سایت www.weather.ir.

فخاری، محمدعلی، محمد بابایی و مهیار سعیدی‌زند، ۱۳۸۹. بررسی خسارت برف در توده‌های دست‌کاشت منطقهٔ سوردار و واتاشان (چمستان - مازندران)، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۸ (۳): ۴۴۷-۴۵۷.

مروی‌مهاجر، محمدرضا، ۱۳۸۴. جنگل‌شناسی و پرورش جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۳۸۷ ص.

Angers, V.A., C. Messier, M. Beaudet, and A. Leduc, 2005. Comparing composition and structure in old growth and harvested (selection and diameter-limit cuts) northern hardwood stands in Quebec, *Forest Ecology and Management*, 217(2–3): 275–293.

Attiwill, P.M., 1994. The disturbance of forest ecosystems: the ecological basis for conservative management, *Forest Ecology and Management*, 63(2–3): 247–300.

Cameron, A.D., 2002. Importance of early selective thinning in the development of long-term stand stability and improved log quality, *Forestry*, 75: 25-35.

Dunham, R.A., and A.D. Cameron, 2000. Crown, stem and wood properties of wind-damaged and undamaged Stika spruce, *Forest Ecology and Management*, 135: 73-81.

Fridman, J., and E. Valinger, 1998. Modeling probability of snow and wind damage using tree, stand, and site characteristics from *Pinus sylvestris* sample plots, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 13(3): 348–356.

Hurtalova, T., F. Matejka, D. Janous, R. Pokorny, and J. Roznovsky, 2007. Influence of snow damage on aerodynamic characteristics of spruce stand, In: Proceedings of international conference of bioclimatology and natural hazards, Sep 17-20, Polana and Detvou, Slovakia, 1-6.

Martin-Alcon, S., J.R. Gonzales-olabarria, and L. Coll, 2010. Wind and snow damage in the Pyrenees pin forests: Effects of stand attributes and location, *Silva Fennica*, 44(3): 399-410.

Martiník, A., and O. Mauer, 2012. Snow damage to birch stands in Northern Moravia, *Journal of Forest Science*, 58(4): 181–192.

Nicolescu, N.V., I.C. Petritan, and M.M. Vasilescu, 2004. The early and heavy snowfalls, a major threat to the young European beech (*Fagus sylvatica* L.) stands. In: proceedings of IUFRO international beech symposium: Improvement and silviculture of beech, 10-29 May, Tehran, Iran, 96-101.

Nykänen, M.L., H. Peltola, C. Quine, S. Kellomäki, and M. Broadgate, 1997. Factors affecting snow damage of trees with particular reference to European conditions, *Silva Fennica*, 31(2): 193–213.

Paatalo, M.L., 2000. Risk of snow damage in unmanaged and managed stands of Scots Pine, Norway spruce and Birch, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 15(5): 530-541.

Paatalo, M.L., H. Peltola, and S. Kllomaki, 1999. Modeling the risk of snow damage to forests under short-term snow loading, *Forest Ecology and Management*, 116(1-3): 51-70.

Papaik, M.J., and C.D. Canham, 2006. Species resistance and community response to wind disturbance regimes in northern temperate forests, *Journal of Ecology*, 94(5): 1011–1026.

Peltola, H., and S. Kellomaki, 1993. A mechanistic model for wind throw and stem breakage of Scot pine at stand edge, *Silva Fennica*, 27: 99-111.

Peltola, H., M.L. Nykanen, and S. Kellomaki, 1997. Model computations on the critical combination of snow loading and wind speed for snow damage of Scots pine, Norway spruce and birch sp. at stand edge, *Forest Ecology and Management*, 95(3): 229–241.

Schroeder, L.M., and H.H. Eidmann, 1993. Attacks of bark- and wood-boring Coleoptera on snow-broken conifers over a two-year period, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 8: 257-265.

Solantie, R., 1994. Effect of weather and climatological background on snow damage of forests in southern Finland in November 1991, *Silva Fennica*, 28(3):203-211.

Teste, F.P., and V.J. Lieffers, 2011. Snow damage in lodge pole pine stands brought into thinning and fertilization regimes, *Forest Ecology and Management*, 261(11): 2096-2104.

Valinger, E., and J. Fridman, 1997. Modeling probability of snow and wind damage in Scots pine stands using tree characteristics, *Forest Ecology and Management*, 97(3): 215-222.

Valinger, E., and L. Lundqvist, 1992. The influence of thinning and nitrogen fertilization on the frequency of snow and wind induced stand damage in forests, *Scottish Forestry*, 46: 311-320.

Valinger, E., L. Lundqvist, and G. Brandel, 1994. Wind and snow damage in a thinning and fertilization experiment in *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 9: 129-134.

Veblen, T.T., D. Kulakowski, K.S. Eisenhart, and W.L. Baker, 2001. Subalpine forest damage from a severe windstorm in northern Colorado, *Canadian Journal of Forest Research*, 31: 2089–2097.

Zhu, J.J., X.F. Li, Z.G. Liu, W. Cao, A. Gonda, and T. Matsuzaki, 2006. Factors affecting the snow and wind induced damage of a mountain secondary forest in northeastern China, *Silva Fennica*, 40 (1): 37-51.

Snow damages on trees in natural and managed stands of the Caspian forests, North of Iran

F. Tavankar[1*], A. Eslam Bonyad[2], and B. Karamdost Marian[3]

[1]Assistant Prof., Department of Forestry, Khalkhal Branch, Islamic Azad University, Khalkhal, I. R. Iran
[2]Associate Prof., Faculty of Natural Resources, Department of Forestry, University of Guilan, I. R. Iran
[3]Director of Research and Innovation, Shafarood Forest Company, Rezvanshahr, I. R. Iran

(Received: 16 April 2015, Accepted: 23 September 2015)

Abstract

Forest management has a decisive role in decreasing or increasing snow damages on trees due to effects on stands structure. In this research snow damages on trees were investigated and compared in managed and natural stands with selection silvicultural system in Nav-Asalem Forests, Guilan province. Circular 0.1 ha sample plots were established using random-systematic method for studying the effects of snow on different species with various ages. The distance between sample plots were set to 100 m. The results showed that the frequency of snow-damaged trees in managed stand (10.2%) was significantly higher ($P < 0.01$) than natural stand (7.2%). The occurred changes in the age structure and tree species composition in the managed stand during selection cuts was the main cause of most snow damage in this stand compared to natural stand. The most frequency of damages was observed on young trees with high slenderness coefficient. For fortifying the studied forests against risk of snow damage the following recommendations can be mentioned: increasing the selection cutting period from 10 to 20 years, reducing the removed volume in each logging period, reducing the areas of regeneration gaps, increasing the number of large trees, avoiding the cutting trees in forest edges, implementing the thinning operation in the stands in which previous cuttings caused homogenous, even aged, young stands with high slenderness coefficient, and avoiding tree cutting in the areas that are sensitive to snow damage such as ridges, steep slopes with low depth of soil.

Keywords: Asalem-Nav forest, Natural disturbance, Selection cutting, Slenderness coefficient, Stand structure.

[*]Corresponding author Tel: +989111833084 Email: tavankar@aukh.ac.ir