نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیستم و دوم، شماره دوم، ۱۳۹٤
http://jwfst.gau.ac.ir

بررسی میزان خسارت برف ناشی از خصوصیات فیزیوگرافی در جنگل‌های ناو اسالم، استان گیلان

***فرزام توانکار[۱] و امیراسلام بنیاد[۲]**

[۱]استادیار علوم جنگل، واحد خلخال، دانشگاه آزاد اسلامی، خلخال، ایران،

[۲]دانشیار سنجش از دور و بیومتری جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۰۱

چکیده

سابقه و هدف: خسارت برف یکی از مشکلات مهم و متوالی در مدیریت جنگل‌های کوهستانی است. تحقیقات گسترده‌ای در مورد خسارت برف در جنگل‌های طبیعی ایران انجام نگرفته است. هدف از تحقیق حاضر برآورد فراوانی و شدت خسارت برف بر درختان در ارتباط با خصوصیات فیزیوگرافی (شیب و جهت زمین) در جنگل‌های کوهستانی ناو اسالم واقع در استان گیلان است.

مواد و روش‌ها: فراوانی انواع مختلف خسارت برف بر درختان پس از بارش برف سنگین و زود هنگام در تاریخ ۲۰ آذر ماه سال ۲۰۱۱ در منطقه‌ای به وسعت ۹۳ هکتار در ارتفاعات ۱۳۵۰ تا ۱٦۵۰ متری از سطح دریا در جنگل‌های ناو اسالم مورد بررسی قرار گرفت. فراوانی درختان خسارت دیده و نوع خسارت برف از طریق پلات‌های نمونه‌برداری دایره‌ای شکل ۱۰ آری با فواصل منظم ۱۰۰ متری از یکدیگر برداشت شدند. فراوانی انواع خسارت برف در شیب‌ها (کمتر و بیشتر از ۵۰ درصد) و جهت‌های زمین (شمالی و جنوبی) از طریق آزمون ناپارامتری خی دو مورد مقایسه قرار گرفتند.

یافته‌ها: حدود ۱٤ درصد از درختان در اثر بارش برف خسارت دیده بودند. فراوانی درختان خسارت دیده در شیب‌های بالاتر از ۵۰ درصد (۱۸/۲ درصد) بیشتر از شیب‌های کمتر از ۵۰ درصد (۱۰/۵ درصد) بود ($P<0/01$). همچنین فراوانی درختان خسارت دیده در جهت شمالی (۱۷/٦ درصد) بیشتر

*مسئول مکاتبه:

Archive of SID
www.SID.ir

از جهت جنوبی (۱۰/۳ درصد) بود (P<۰/۰۱). صدمه به تاج درختان بیش‌ترین نوع خسارت برف (۷/٦ درصد) بود. فراوانی درختان خسارت دیده از نوع صدمه تاجی، شکستگی تنه و ریشه‌کن شدن در شیب‌های بالای ۵۰ درصد بیش‌تر از شیب‌های کم‌تر از ۵۰ درصد بود. همچنین فراوانی درختان خسارت دیده از نوع خم شدگی، شکستگی تنه و ریشه‌کن شدن در شیب‌های شمالی بیشتر از شیب‌های جنوبی بود. فراوانی خسارت برف در گونه راش، درخت غالب منطقه مورد مطالعه، در شیب‌های بالای ۵۰ درصد بیش‌تر از شیب‌های کم‌تر از ۵۰ درصد (P<۰/۰۱) بود. درختان ممرز، پلت و شیردار در جهت شمالی و درختان بلوط و توسکا در جهت جنوبی خسارت بیشتری دیده بودند. بیش‌ترین فراوانی خسارت برف (۱٤/۸ درصد) در درختان با قطر برابر سینه کم‌تر از ۳۰ سانتی‌متر مشاهده شد. میانگین ضریب قد کشیدگی درختان خسارت دیده بزرگ‌تر از میانگین ضریب قد کشیدگی درختان سالم در همه گونه‌ها بودند.

نتیجه‌گیری: خسارت برف بر توده‌های با ارزش ناو اسالم قابل ملاحضه است. فراوانی و شدت خسارت برف بر درختان در ارتباط با خصوصیات فیزیوگرافی و ساختار این جنگل‌ها است. به‌منظور مقاوم‌سازی توده‌ها در برابر خسارات برف نیاز به اجرای عملیات جنگل‌شناسی مناسب در این جنگل‌های کوهستانی است.

واژه‌های کلیدی: خسارت برف، شیب زمین، جگل‌شناسی، ناو اسالم

مقدمه

جنگل‌های شمال ایران با مساحت ۱۲/٤ میلیون هکتار به لحاظ دیرینگی و تنوع زیاد گونه‌های گیاهی و جانوری یکی از با ارزش‌ترین جنگل‌های طبیعی دنیا می‌باشند (مروی مهاجر، ۲۰۰٦). این جنگل‌ها تنها جنگل تجارتی ایران بوده و نقش مهمی در تولید چوب در کشور دارند. جنگل‌های شمال ایران اکثراً در مناطق کوهستانی واقع شده‌اند.

خسارت برف بر توده‌های طبیعی یکی از مشکلات مهم و متوالی در مدیریت جنگل‌های کوهستانی است (سولتنای، ۱۹۹٤؛ نیکولسکو و همکاران، ۲۰۰٤؛ ژو و همکاران، ۲۰۰٦). بارش برف‌های سنگین موجب صدمه و نابودی تعداد زیادی از درختان مخصوصاً در مناطق کوهستانی می‌شود. خسارت وارد آمده به جنگل در اثر برف با حمله آفات و حشرات به درختان صدمه دیده

Archive of SID

www.SID.ir

افزایش می‌یابد (اسچرودر و ایدمان، ۱۹۹۳). همچنین بهره‌برداری از درختان صدمه دیده و نابود شده در اثر برف به‌علت پراکندگی وسیع و کم ارزش بودن چوب آن‌ها مقرون به صرفه نمی‌باشد (هورتالووا و همکاران، ۲۰۰۷). خسارت به جنگل در اثر برف یک مشکل اقتصادی متداوم در جنگل‌داری اروپا گزارش شده است (نیکانن و همکاران، ۱۹۹۷؛ مارتین آلکون و همکاران، ۲۰۱۰). بارش برف سنگین در زمستان سال ۲۰۰۹ خسارت زیادی به جنگل‌های دست کاشت با گونه‌های سوزنی برگ به ویژه زربین در شمال ایران وارد نموده است (فخاری و همکاران، ۲۰۱۰).

مدیریت جنگل‌های کوهستانی به‌منظور حفاظت بهتر از توده‌های طبیعی نیاز به داشتن اطلاعات دقیق از وسعت و شدت خسارت برف دارد (جالکانن و ماتیلا، ۲۰۰۰). خسارت برف بر توده‌های جنگلی وابسته به چندین عامل است: عامل آب و هوایی، عامل توپوگرافی، مشخصات ساختار توده، گونه‌های درختان و عوامل وابسته به سرزمین مخصوصا درجه باز بودن (نیکانن و همکاران، ۱۹۹۷). زمان بارش برف بر وسعت و شدت خسارت وارد آمده بر درختان نیز تأثیرگذار است. خسارت برف در زمان برگ‌دار بودن درختان افزایش می‌یابد. خسارت برف وقتی‌که خاک یخ نزده است بیش‌تر است، زیرا ریشه‌ها در زمین یخ زده بهتر لنگربندی (استقرار) می‌یابند (پلتولا و همکاران، ۱۹۹۷). بارش برف سنگین در سال‌های اولیه پس از اجرای عملیات روشن کردن خسارت بیش‌تری بر توده وارد می‌کند (تسته و لایفرز، ۲۰۱۱).

در تحقیق ژو و همکاران (۲۰۰۶) مدل ریاضی فراوانی خسارت برف بر توده بر اساس سه عامل، ارتفاع از سطح دریا، عمق خاک و مقدار شیب زمین در جنگل‌های کوهستانی شمال شرق چین تهیه شد (۲۶). با افزایش شیب زمین خسارت برف افزایش یافته بود. جهت شیب زمین در خسارت برف تأثیر داشت. همچنین نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد گونه‌های مختلف درختان نه تنها در مقدار خسارت کل برف تفاوت دارند بلکه در نوع خسارت برف نیز متفاوت هستند. به طوری‌که درختان توس (*Betola costata*) بیش‌ترین فراوانی ریشه‌کنی، خم شدگی و خسارت کل را داشتند، در صورتی‌که درختان بلوط (*Quercus mongolica*) بیش‌ترین فراوانی شکستگی تنه و صدمه به تاج را داشتند و درختان زبان گنجشک (*Fraxinus mandshurica*) کم‌ترین فراوانی خسارت کل را داشتند (۲۶). در تحقیقی گزارش شده است که توده‌های مدیریت نشده کاج (*Pinus sylvestris*) بیش‌تر از توده‌های مدیریت شده در معرض خطر برف هستند (پاتالو، ۲۰۰۰). علت آن ضریب قد کشیدگی زیاد درختان در توده‌های مدیریت نشده گزارش شده است. شدت خسارت برف در ارتباط با مشخصات درخت

Archive of SID

www.SID.ir

است (هورتالووا و همکاران، ۲۰۰۷). خسارت برف در توده‌های دست کاشت ۲۰ ساله توسکا ۱۸/٦ درصد گزارش شده است (فخاری و همکاران، ۲۰۱۰). رویش کم و گسترش ضعیف سیستم ریشه‌ای درختان خطر خسارت برف را افزایش می‌دهد (کامرون، ۲۰۰۲). توده‌های با تراکم زیاد پایه‌ها، تنه‌های سیلندری و سیستم ریشه‌ای کم‌تر توسعه یافته، حساس در برابر برف هستند (ولینجر و فریدمن، ۱۹۹۷؛ کامرون، ۲۰۰۲). توده‌های نامنظم حساسیت کم‌تری در برابر خسارت برف نسبت به توده‌های منظم دارند (کامرون، ۲۰۰۲، مروی مهاجر، ۲۰۰٦) درختان حاشیه حفره‌ها مقاومت کم‌تری در برابر برف دارند (ولینجر و همکاران، ۱۹۹٤). در توده‌های باز معمولاً تاج درختان نامتقارن بوده و خطر خسارت برف بیش‌تر است (کامرون، ۲۰۰۲). باقی گذاشتن درختانی که تاج آن‌ها کاملاً تکامل یافته است خطر خسارت برف را کاهش می‌دهد (ولینجر و لاندویست، ۱۹۹۲). درختان صدمه دیده مقاومت کم‌تری در برابر برف نسبت به درختان سالم با همان قطر دارند (دونام و کامرون، ۲۰۰۰).

به‌طور عمومی خسارت برف افزایش می‌یابد با ارتفاع توده (ولینجر و لاندویست، ۱۹۹۲)، افزایش نسبت وزن تاج به تنه (پلتولا و کلوماکی، ۱۹۹۳)، افزایش ضریب قد کشیدگی (ژو همکاران، ۲۰۰٦) و کاهش قطر تنه (ولینجر و فریدمن، ۱۹۹۷). در سال‌های ۱۹۹۲، ۲۰۰٤ و ۲۰۰٦ بارش برف خسارت زیادی بر جنگل‌کاری‌های منطقه چمستان وارد آورده است (فخاری و همکاران، ۲۰۱۰). مارتینیک و مایر (۲۰۱۲) در جنگل‌های کشور چک خسارت برف به توده‌های آمیخته پهن برگ را مورد بررسی قرار دادند (۱۱). نتایج تحقیق آن‌ها نیز نشان داد که فراوانی و شدت خسارت برف در گونه‌های مختلف درختان متفاوت است. بیش‌ترین نوع خسارت برف خم‌شدگی و کم‌ترین آن شکستگی گزارش شد (۱۱). درختان سیستم‌های پویا بوده و مقاومت آن‌ها در برابر خسارت برف در طول زمان تغییر می‌کند (بروچرت و گاردینر، ۲۰۰٦). درختان بزرگ‌تر توده‌ها که ارزش اقتصادی بیش‌تری دارند، بیش‌تر در معرض خسارت برف هستند (تسته و لایفرز، ۲۰۱۱). هر چه توده‌های سوزنی برگ کاج جنگلی (*Pinus sylvestris*) ناهمسال‌تر شوند کم‌تر تحت تأثیر خسارت برف قرار می‌گیرند (فریدمن و ولینجر، ۱۹۹۸). سطح مقطع توده و میانگین ضریب قد کشیدگی درختان از عوامل مؤثر در مقدار خسارت برف و باد گزارش شده است (پلیکا و جارونپانا، ۲۰۰۳). مدیریت جنگل از طریق تنظیم ترکیب گونه، ساختار توده و طول دوره بهره‌برداری نقش اساسی در مقاوم‌سازی توده‌ها در برابر خطر برف دارد (پاتالو و همکاران، ۱۹۹۹).

Archive of SID

www.SID.ir

در داخل کشور تحقیقات کمی در مورد خسارت برف در جنگل‌های طبیعی انجام گرفته است. هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر جهت و مقدار شیب زمین بر وسعت و شدت خسارت برف بر درختان در جنگل‌های کوهستانی اسالم در استان گیلان است.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مورد مطالعه: این تحقیق در حوضه آبخیز ۷ به مختصات جغرافیایی ´۳۳ °۴۸ تا ´۱ °۴۹ طول شرقی و ´۳۸ °۳۷ تا ´۴۲ °۳۷ عرض شمالی در جنگل‌های کوهستانی ناو اسالم در استان گیلان انجام گرفت. منطقه مورد مطالعه دو پارسل مجاور هم ۴۲ و ۵۸ به‌ترتیب از سری ۱ و ۲ ناو اسالم، به وسعت‌های ۴۱ و ۵۲ هکتار است. جهت عمومی شیب زمین در پارسل ۴۲ شمالی و در پارسل ۵۸ جنوبی است. ارتفاع از سطح دریا در منطقهٔ مورد مطالعه از ۱۳۵۰ تا ۱۶۵۰ متر و اقلیم منطقه بر اساس ضریب رطوبت دومارتن در گروه مرطوب است. میانگین بارش سالیانه ۹۲۴ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت سالیانه ۱۰/۲ درجه سانتی‌گراد است. سنگ مادر از نوع شیست، گرانیت و بازالت و تیپ خاک قهوه‌ای جنگلی با pH اسیدی و بافت خاک شنی لیمونی است. تیپ غالب جنگل راشستان ناهمسال، چند اشکوبه، همراه با سایر گونه‌ها است. علاوه‌بر درختان راش (*Fagus orientalis* Lipsky.) گونه‌های دیگری مثل ممرز (*Carpinus betulus* L.)، پلت (*Acer velutinum* Booiss)، شیردار (*Acer cappadocicum* Gled.)، توسکای ییلاقی (*Alnus subcordata* C.A.M.) و بلوط (*Quercus castaneifolia* C.A.M.) نیز در منطقه حضور دارند. حجم سرپای جنگل در پارسل‌های ۴۲ و ۵۸ به‌ترتیب ۲۳۱ و ۱۹۸ مترمکعب در هکتار است (۵). بر اساس گزارش سازمان هواشناسی کشور (۲۰۱۲) در ۲۰ آذر ماه ۲۰۱۱ بارش برف سنگین به مقدار ۷۴ سانتی‌متر درطی ۲۴ ساعت در منطقه مورد مطالعه روی داده است. لازم به ذکر است که قبل از تاریخ مذکور بارندگی‌ها به شکل باران بوده و مجموع بارندگی‌های یک هفته قبل از بارش برف ۵۷/۴ میلی‌متر می‌باشد (۸).

روش جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها: جمع‌آوری داده‌ها از طریق نمونه‌برداری تصادفی سیستماتیک با پلات‌های دایره‌ای شکل ۱۰ آری و فواصل منظم ۱۰۰ متری از یکدیگر انجام گرفت (ژو و همکاران، ۲۰۰۶؛ مارتین آلکون و همکاران، ۲۰۱۰). در مجموع تعداد ۹۰ پلات در داخل منطقه مورد مطالعه واقع شدند. شدت آماربرداری ۹/۷ درصد است. در داخل پلات‌ها قطر برابر سینه (DBH) و ارتفاع درختان ($DBH \geq 7/5$ cm)، مقدار و جهت شیب زمین و وضعیت درختان اندازه‌گیری و ثبت شدند. قطر برابر سینه درختان با استفاده از نوار قطر سنج، ارتفاع درختان و مقدار

Archive of SID

www.SID.ir

شیب زمین با استفاده از دستگاه شیب سنج مدل سونتو و جهت شیب زمین با استفاده از دستگاه قطب نمای مدل سونتو اندازه‌گیری و تعیین شدند. وضعیت درختان به دو حالت سالم و خسارت دیده شناسایی و ثبت شدند. خسارات وارد آمده بر درختان به چهار نوع: خسارت تاج (کد ۱)، خم شده (کد ۲)، شکستگی تنه (کد ۳) و ریشه‌کن شده (کد ٤) ثبت شدند. فراوانی انواع خسارت وارد آمده بر درختان در دو جهت شمالی و جنوبی و در دو کلاس شیب بالای ۵۰ و کم‌تر از ۵۰ درصد مورد بررسی قرار گرفتند. ضریب قد کشیدگی درختان از تقسیم ارتفاع به قطر برابر سینه برای هر درخت به‌دست آمد. فراوانی خسارت از تقسیم تعداد درختان خسارت دیده بر تعداد کل درختان در هر جهت و کلاسه شیب زمین و برای هر گونه به‌دست آمد. میانگین‌های ضرایب قد کشیدگی درختان در جهت‌های زمین (شمالی و جنوبی)، کلاسه‌های شیب زمین (بزرگ‌تر و کوچک‌تر از ۵۰ درصد) و وضعیت‌های درختان (سالم و خسارت دیده) برای هر گونه از طریق آزمون t نمونه‌های مستقل مورد بررسی قرار گرفت. برای اطمینان از توزیع نرمال داده‌ها و برابری واریانس‌ها به‌ترتیب از آزمون‌های Kolmogorov-Smirnov و Levene استفاده شد. برای مقایسه فراوانی و انواع خسارت در گونه‌های درختان، جهات و کلاسه‌های شیب زمین از آزمون خی دو (χ^2) استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار آماری spss نسخه ۱۹ انجام گرفت.

نتایج و بحث

مشخصات ساختار توده‌ها در ارتباط با عوامل فیزیوگرافی جهت و مقدار شیب زمین در جدول ۱ آورده شده است. تراکم درختان در جهت شمالی بیش‌تر از جهت جنوبی ($t=٤/١٥;\ P<٠/٠١$) و در شیب کم‌تر از ۵۰ درصد بیش‌تر از شیب بزرگ‌تر از ۵۰ درصد ($t=٢/٠٤;\ P<٠/٠٥$) به‌دست آمد. سطح مقطع درختان هرچند در شیب‌های شمالی و کم‌تر از ۵۰ درصد بیش‌تر از شیب‌های جنوبی و بزرگ‌تر از ۵۰ درصد به‌دست آمد، اما این تفاوت‌ها از لحاظ آماری معنی‌دار نبودند. ضریب قد کشیدگی درختان در جهت شماالی بزرگ‌تر از جهت جنوبی به‌دست آمد ($t=٨/٧١;\ P<٠/٠١$)، اما ضریب قد کشیدگی درختان در شیب‌های کم‌تر و بزرگ‌تر از ۵۰ درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. گونه راش بیش‌ترین درصد فراوانی را در توده‌های مورد مطالعه داشت و حداکثر آن با فراوانی ٤٦/٩ درصد در جهت شمالی مشاهده شد. پس از گونه راش، درختان ممرز بیش‌ترین درصد فراوانی را در

Archive of SID

www.SID.ir

منطقه مورد مطالعه داشتند. درختان بلوط بیش‌ترین فراوانی را در جهت جنوبی داشتند. گونه‌های پلت، شیردار و توسکا در جهت شمالی دارای فراوانی بیش‌تری نسبت به جهت جنوبی بودند (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات ساختار توده‌ها (میانگین ± انحراف معیار) در ارتباط با جهت و مقدار شیب زمین جنگل.

Table 1-Characteristics of stands structure (mean ± standard deviation) in relation with aspect and amount of forest ground slope.

شیب بزرگ‌تر از ۵۰ درصد Slope > 50%	شیب کم‌تر از ۵۰ درصد Slope < 50%	جهت جنوبی Southern aspect	جهت شمالی Northern aspect	ساختار توده Stand structure
۱۳۷/۷ ± ۵۰/۰[b]	۱۶۱/۲ ± ۵۹/۳[a]	۱۳۱/۵ ± ۵۹/۱[b]	۱۸٤/۸ ± ٦۲/۲[a]	تراکم (اصله در هکتار) Density (trees ha^{-1})
۱۸/٦ ± ۵/۸[a]	۲۰/۳ ± ٦/۳[a]	۱۸/۷ ± ۵/۲[a]	۱۹/٦ ± ۵/٤[a]	سطح مقطع (مترمربع در هکتار) Basal area (m^3 ha^{-1})
٦۰/٦ ± ۵/۵[a]	۵۹/۳ ± ۵/۱[a]	۵٤/۹ ± ٤/٦[b]	٦٦/۳ ± ۷/۳[a]	ضریب قد کشیدگی درختان Slenderness coefficient of trees
		Frequency of tree species (%) –		فراوانی گونه‌های درختی (درصد)
٤۲/٦	٤٤/٦	٤۰/۷	٤٦/۹	راش *Fagus orientalis*
۲۵/٦	۲۵/۱	۲۵/۸	۲٤/۸	ممرز *Carpinus betulus*
۱٤/۰	۱۲/۰	۲۱/٦	٤/۵	بلوط *Quercus castaneifolia*
۹/۹	۸/۰	٦/۵	۱۰/۹	پلت *Acer velutinum*
٤/۵	۵/۰	۳/۰	٦/۵	شیردار *Acer cappadocicum*
۳/٤	۵/۳	۲/٤	٦/٤	توسکا *Alnus subcordata*

در این تحقیق خسارت برف در تعداد ۱۳٤٦ اصله درخت مورد بررسی قرار گرفت. تعداد ۱۸۹ اصله (۱٤/۰ درصد) به نوعی متحمل خسارت برف شده بودند. صدمه به تاج درختان بیش‌ترین نوع خسارت برف بود به‌طوری که ۱۰۲ اصله (۷/٦ درصد) در ناحیه تاج زخمی شده بودند. تعداد ۲٦ اصله

Archive of SID

www.SID.ir

(۱/۹ درصد) از درختان در اثر برف خم شده بودند. تعداد ٤٥ اصله (۳/۳ درصد) به نوع شکستگی تنه و ١٦ اصله (۱/۲ درصد) نیز به نوع ریشه‌کن شده در اثر برف نابود شده بودند (جدول ۲).

جدول ۲- فراوانی انواع خسارت برف در منطقه مورد مطالعه.

Table 2- Frequency of damage types in the study area.

وضعیت Condition	سالم Safe	صدمه به تاج Crown damage	خم شدگی Bending	شکستگی تنه Stem breakage	ریشه‌کن شده Bent over	خسارت کل Total damage
تعداد Number	۱۱٥۷	۱۰۲	۲٦	٤٥	١٦	۱۸۹
درصد Percent	۸٦/۰	۷/٦	۱/۹	۳/۳	۱/۲	١٤/۰

فراوانی خسارت برف در گونه‌های مختلف درختان در جدول ۳ آمده است. بیش‌ترین فراوانی خسارت برف در درختان توسکا (۳٦/۷ درصد) و کم‌ترین آن در درختان ممرز (۷/٦ درصد) مشاهده شد. درختان راش که بیش‌ترین فراوانی حضور در منطقه مورد مطالعه را داشتند، ۱۱/٥ درصد از آن‌ها در اثر برف خسارت دیده بودند. درختان شیردار و پلت نیز به‌ترتیب با فراوانی‌های ۲۷/۷ و ۲۱/۲ درصد خسارت زیادی دیده بودند. درختان بلوط که بیشتر در شیب‌های جنوبی مشاهده شدند، ۱۷/۳ درصد از آن‌ها خسارت دیده بودند (جدول ۳).

جدول ۳- فراوانی خسارت برف در گونه‌های مختلف درختان.

Table 3- Frequency of snow damage in different tree species.

گونه درخت Tree species	راش *Fagus orientalis*	ممرز *Carpinus betulus*	بلوط *Quercus castaneifolia*	پلت *Acer velutinum*	شیردار *Acer cappadocicum*	توسکا *Alnus subcordata*
تعداد کل Total number	٥۸۹	۳٤۱	۱۷۳	۱۱۸	٦٥	٦۰
تعداد خسارت Damaged number	٦۸	۲٦	۳۰	۲٥	۱۸	۲۲
درصد خسارت Damage (%)	۱۱/٥	۷/٦	۱۷/۳	۲۱/۲	۲۷/۷	۳٦/۷

Archive of SID

www.SID.ir

ضریب قد کشیدگی گونه‌های درختان سالم و خسارت دیده در جدول ٤ آورده شده است. میانگین ضریب قد کشیدگی درختان خسارت دیده بزرگ‌تر از میانگین ضریب قد کشیدگی درختان سالم در همه گونه‌ها بودند. میانگین ضریب قد کشیدگی درختان خسارت دیده با میانگین ضریب قد کشیدگی درختان سالم در گونه‌های راش (t=٢/٦٩; P<٠/٠١)، ممرز (t=٣/٤٠; P<٠/٠١)، پلت (t=٣/١٢; P<٠/٠١) و شیردار (t=٤/٤٢; P<٠/٠١) دارای تفاوت معنی‌دار آماری، اما در گونه‌های بلوط (t=٠/٩٦; P>٠/٠٥) و توسکا (t=١/٨٤; P>٠/٠٥) این تفاوت‌ها معنی‌دار نبودند.

جدول ٤- ضریب قد کشیدگی (میانگین ± انحراف معیار) گونه‌های درختان سالم و خسارت دیده.

Table 4- Slenderness coefficient (mean ± standard deviation) of safe and damaged tree species.

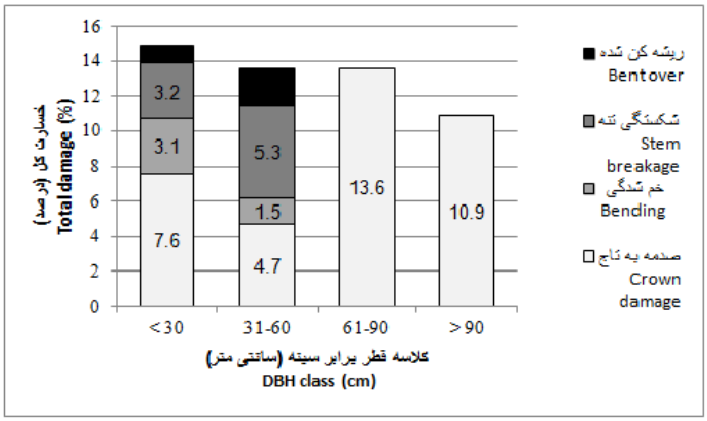
گونه درخت Tree species	راش *Fagus orientalis*	ممرز *Carpinus betulus*	بلوط *Quercus castaneifolia*	پلت *Acer velutinum*	شیردار *Acer cappadocicum*	توسکا *Alnus subcordata*
سالم Safe	٦١/٩ ± ١٠/٧^{b}	٤٧/٩ ± ٨/٥^{b}	٤٣/٦ ± ٨/٠^{a}	٥٠/٩ ± ٩/١^{b}	٧٠/٠ ± ٧/٥^{b}	٧١/٣ ± ٦/٨^{a}
خسارت دیده Damaged	٦٧/١ ± ٩/٥^{a}	٥٤/٥ ± ٨/٣^{a}	٤٤/٣ ± ٨/٢^{a}	٥٧/٦ ± ٨/٩^{a}	٧٦/٢ ± ٨/٣^{a}	٧٣/٠ ± ٤/٥^{a}

فراوانی خسارت برف در درختان با قطرهای متفاوت در شکل ١ نشان داده شده است. بیش‌ترین فراوانی خسارت برف (١٤/٨ درصد) در درختان با قطر برابر سینه کم‌تر از ٣٠ سانتی‌متر مشاهده شد، به طوری‌که از کل درختان بررسی شده در این کلاسه قطری (٦٢٢ اصله)، ٤٧ اصله (٧/٦ درصد) صدمه به تاج، ١٩ اصله (٣/١ درصد) خم شدگی، ٢٠ اصله (٣/٢ درصد) شکستگی تنه و ٦ اصله (١/٠ درصد) ریشه‌کن شده بودند. با افزایش قطر برابر سینه درختان از فراوانی خسارت کل برف کاسته شده بود. فراوانی‌های خسارت برف در کلاسه‌های قطری ٣١ تا ٦٠، ٦١ تا ٩٠ و بالای ٩١ سانتی‌متر به‌ترتیب ١٣/٧، ١٣/٦ و ١٠/٩ درصد بودند. خسارت برف به نوع خم شدگی، شکستگی تنه و ریشه‌کن شده تنها در کلاسه‌های قطری کم‌تر از ٦٠ سانتی‌متر مشاهده شد و در درختان با قطرهای بیش‌تر از ٦٠ سانتی‌متر خسارت برف فقط به نوع صدمه به تاج مشاهده شد. بیش‌ترین فراوانی درختان شکستگی تنه (٥/٣ درصد) و ریشه‌کن شده (٢/١ درصد) در کلاسه قطری ٣١ تا ٦٠ سانتی‌متر مشاهده شد. در کلاسه قطری ٦١ تا ٩٠ سانتی‌متر ١٣/٦ درصد از درختان خسارت دیده بودند که تنها از نوع صدمه به

Archive of SID

www.SID.ir

تاج بود. از کل درختان بررسی شده با قطر برابر سینه بزرگ‌تر از ۹۱ سانتی‌متر (۷۳ اصله)، تعداد ۸ اصله (۱۰/۹ درصد) در اثر برف در ناحیه تاج خسارت دیده بودند.



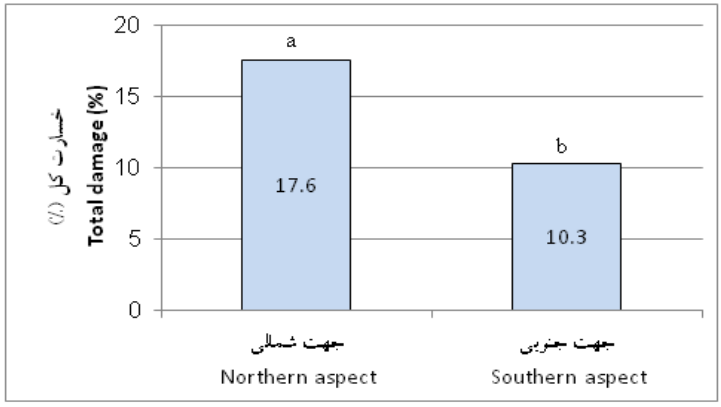
شکل ۱- فراوانی انواع خسارت برف در کلاسه‌های قطر برابر سینه درختان

Figure 1- Frequency of damage types in DBH classes

جهت جغرافیایی زمین: تعداد ٦٨٨ اصله از درختان بررسی شده در جهت شمالی و تعداد ٦٥٨ اصله در جهت جنوبی واقع شده بودند. فراوانی خسارت برف بر درختان در جهت شمالی ۱۷/٦ درصد و در جهت جنوبی ۱۰/۳ درصد به‌دست آمد (شکل ۲). نتایج آزمون خی دو (χ^2) نشان داد تفاوت فراوانی خسارت برف در دو جهت جغرافیایی زمین دارای تفاوت معنی‌دار آماری ($P < ۰/۰۰۱$ ، χ^2=۱٤/۷) است (جدول۵).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۲- فراوانی خسارت برف در جهت‌های شمالی و جنوبی.

Figure 2- Frequency of snow damage in northern and southern aspects.

جدول ۵- نتایج آزمون خی دو (χ^2) مقایسه فراوانی انواع خسارت برف در جهت‌ها و شیب‌های متفاوت زمین.

Table 5- Results of Chi-square tests for comparing frequencies of damage types in different ground aspects and slopes.

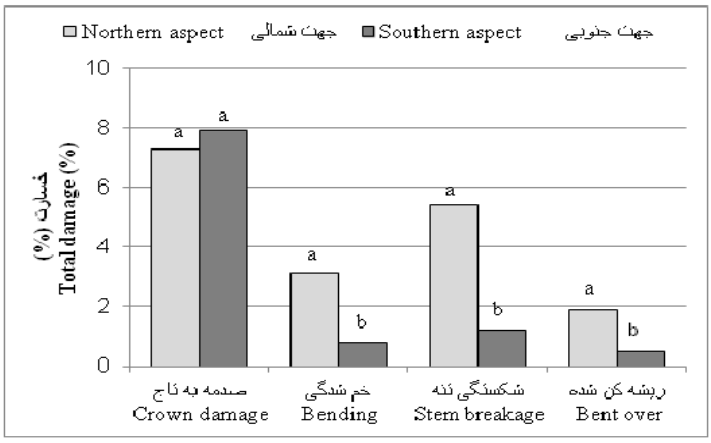
عامل تغییر Factor of change	جهت جغرافیایی زمین Aspect		مقدار شیب زمین Slope	
انواع خسارت Damage type	مقدار χ^2 Chi-square value	سطح معنی‌داری P-value	مقدار χ^2 Chi-square value	سطح معنی‌داری P-value
صدمه به تاج Crown damage	۰/۱۹	۰/٦٦۰	۱۵/۹۵	۰/۰۰۰
خم شدگی Bending	۹/۳۳	۰/۰۰۲	۰/۱۳	۰/۷۲۱
شکستگی تنه Stem breakage	۱۸/۰۳	۰/۰۰۰	۰/۱۸	۰/٦٦۹
ریشه‌کن شده Bent over	۵/۸۸	۰/۰۱۵	۸/۲۱	۰/۰۰٤
خسارت کل Total damage	۱٤/٦٦	۰/۰۰۰	۱٦/۱۳	۰/۰۰۰

فراوانی انواع خسارت برف بر درختان در جهت‌های شمالی و جنوبی در شکل ۳ نشان داده شده است. هر چند فراوانی صدمه به تاج در جهت جنوبی (۷/۹ درصد) بیش‌تر از جهت شمالی (۷/۳ درصد) است، اما این تفاوت از لحاظ آماری معنی‌دار نیست ($P<۰/٦٦۰$، $\chi^2=۰/۱۹$) (جدول ۵).

Archive of SID

www.SID.ir

فراوانی خسارت برف به هر سه نوع خم شدگی، شکستگی تنه و ریشه‌کن شده در جهت شمالی (به‌ترتیب ۳/۱، ٥/٤ و ۱/۹ درصد) بیش‌تر از جهت جنوبی (به‌ترتیب ۰/۸، ۱/۲ و ۰/٥ درصد) بود (شکل ۳)، همچنین این تفاوت در فراوانی‌ها از لحاظ آماری معنی‌دار بودند (جدول ٥).

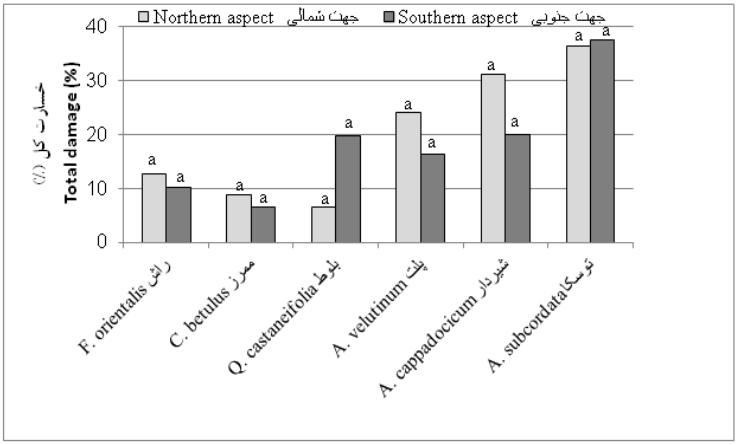


شکل ۳- فراوانی انواع خسارت برف در جهت‌های شمالی و جنوبی.

Figure 3- Frequency of snow damage types in northern and southern aspects

فراوانی خسارت برف بر گونه‌های مختلف درختان در جهت‌های شمالی و جنوبی در شکل ٤ نشان داده شده است. از کل درختان بررسی شده در جهت شمالی (٦۸۸ اصله)، تعداد درختان راش، ممرز، بلوط، پلت، شیردار و توسکا به‌ترتیب ۳۲۲، ۱۷۱، ۳۱، ۷٥، ٤٥ و ٤٤ اصله بودند. همچنین از کل درختان بررسی شده در جهت جنوبی (٦٥۸ اصله)، تعداد درختان راش، ممرز، بلوط، پلت، شیردار و توسکا به‌ترتیب ۲٦۷، ۱۷۰، ۱٤۲، ٤۳، ۲۰ و ۱٦ اصله بودند. بیش‌ترین خسارت برف بر درختان توسکا مشاهده شد، به طوری‌که ۳٦/٤ درصد از آن‌ها در جهت شمالی و ۳۷/٥ درصد از آن‌ها در جهت جنوبی خسارت دیده بودند. کم‌ترین فراوانی خسارت برف در درختان گونه ممرز مشاهده شد، به طوری‌که ۸/۸ درصد از آن‌ها در جهت شمالی و ٦/٥ درصد از آن‌ها در جهت جنوبی خسارت دیده بودند. فراوانی خسارت برف بر گونه‌های راش، ممرز، پلت و شیردار در جهت شمالی بیش‌تر از فراوانی خسارت در جهت جنوبی بود، اما در گونه‌های بلوط و توسکا فراوانی خسارت برف در جهت جنوبی بیش‌تر از جهت شمالی بود (شکل ٤). نتایج آزمون خی دو (χ^2) نشان داد جهت جغرافیایی زمین تأثیری بر فراوانی خسارت برف به گونه‌های مختلف درختان نداشته است (جدول ٦).

Archive
www.SID.ir



شکل ٤- فراوانی خسارت برف بر گونه‌های مختلف درختان در جهت‌های شمالی و جنوبی.

Figure 4- Frequency of snow damages on tree species in northern and southern slopes.

جدول ٦- نتایج آزمون خی دو (χ^2) مقایسه فراوانی خسارت برف در گونه‌های درختان در جهت‌ها و شیب‌های متفاوت زمین.

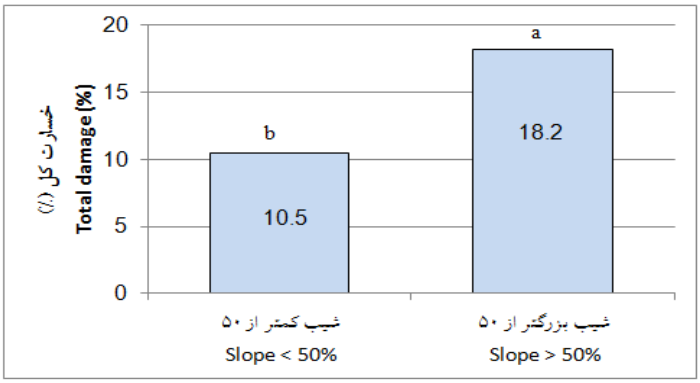
Table 6- Results of Chi-square tests for comparing damage frequencies on tree species in different ground aspects and slopes.

عامل تغییر Factor of change	جهت جغرافیایی زمین Aspect		مقدار شیب زمین Slope	
گونه درخت Tree species	مقدار χ^2 Chi-square value	سطح معنی‌داری P-value	مقدار χ^2 Chi-square value	سطح معنی‌داری P-value
راش *Fagus orientalis*	۰/۹۸	۰/۳۲۲	۱۲/٤٥	۰/۰۰۰
ممرز *Carpinus betulus*	۰/٦٤	۰/٤۲۳	۱/۹٥	۰/۱٦۳
بلوط *castaneifolia Quercus*	۳/۱۲	۰/۰۷۷	۰/۱۳	۰/۷۱٤
پلت *Acer velutinum*	۰/۹۸	۰/۳۲۳	۳/٤٦	۰/۰٦۳
شیردار *Acer cappadocicum*	۰/۸٥	۰/۳٥٦	۱/٤۱	۰/۲۳٦
توسکا *Alnus subcordata*	۰/۰۱	۰/۹۳٦	۰/۲۹	۰/٥۹۲
کل گونه‌ها All species	۱٤/٦٦	۰/۰۰۰	۱٦/۱۳	۰/۰۰۰

Archive of SID

www.SID.ir

مقدار شیب زمین: از کل درختان بررسی شده (۱۳٤٦ اصله) تعداد ۷۵۳ اصله در شیب‌های کم‌تر از ۵۰ درصد و تعداد ۵۹۳ اصله در شیب‌های بالای ۵۰ درصد واقع شده بودند. ۱۰/۵ درصد از درختان در شیب‌های کم‌تر از ۵۰ درصد و ۱۸/۲ درصد از درختان در شیب‌های بالای ۵۰ درصد در اثر برف خسارت دیده بودند (شکل ۵). نتایج آزمون خی دو (χ^2) نشان داد تفاوت فراوانی خسارت برف در شیب‌های کم‌تر و بیش‌تر از ۵۰ درصد دارای تفاوت معنی‌دار آماری (P<۰/۰۰۱، χ^2=۱٦/۱) است (جدول ۵).

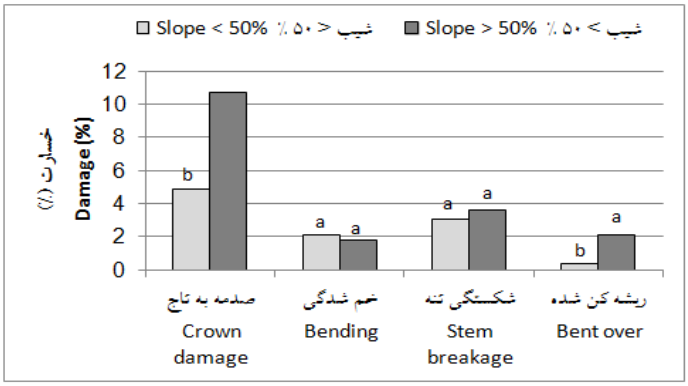


شکل ۵- فراوانی خسارت برف در شیب‌های بیش‌تر و کم‌تر از ۵۰ درصد.

Figure 5- Frequency of snow damage in less and more than 50% of ground slopes.

فراوانی انواع خسارت برف بر درختان در شیب‌های بیش‌تر و کم‌تر از ۵۰ درصد در شکل ٦ نشان داده شده است. فراوانی خسارت برف به نوع صدمه به تاج درختان در شیب‌های بالای ۵۰ درصد (۱۰/۷ درصد) بیش‌تر از شیب‌های کم‌تر از ۵۰ درصد (٤/۹ درصد) است و این تفاوت از لحاظ آماری معنی‌دار است (P<۰/۰۰۱، χ^2=۱۵/۹) (جدول ۵). همچنین فراوانی خسارت برف به نوع ریشه‌کن شده در شیب‌های بالای ۵۰ درصد (۲/۱ درصد) بیش‌تر از شیب‌های کم‌تر از ۵۰ درصد (۰/٤ درصد) است و از لحاظ آماری معنی‌دار است (P<۰/۰۰٤، χ^2=۸/۲) (جدول ۵). فراوانی خسارت برف به شکل شکستگی تنه نیز هر چند در شیب‌های بالای ۵۰ درصد (۳/٦ درصد) بیش‌تر از شیب‌های کم‌تر از ۵۰ درصد (۳/۱ درصد) است، اما از لحاظ آماری معنی‌دار نیست (P<۰/٦٦۹، χ^2=۰/۱۸) (جدول ۵). بر خلاف سه نوع خسارت برف (صدمه به تاج، شکستگی تنه و ریشه‌کن شده) فراوانی خسارت برف به نوع خم شدگی در شیب‌های کم‌تر از ۵۰ درصد (۲/۱ درصد) بیش‌تر از شیب‌های بالای ۵۰ درصد (۱/۸ درصد) بود.

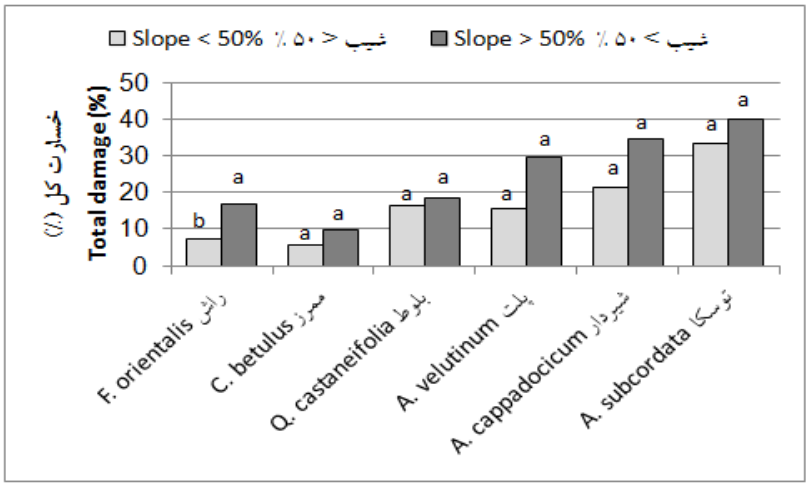
Archive of SID
www.SID.ir



شکل ٦- فراوانی انواع خسارت برف در شیب‌های بیش‌تر و کم‌تر از ۵۰ درصد.

Figure 6- Frequency of damage types in less and more than 50% of ground slopes.

فراوانی خسارت برف بر گونه‌های مختلف درختان در شیب‌های بالا و پائین ۵۰ درصد در شکل ۷ نشان داده شده است. فراوانی خسارات برف بر تمام گونه‌های درختان در شیب‌های بالای ۵۰ درصد بیش‌تر از شیب‌های کم‌تر از ۵۰ درصد است، اما فقط در گونه راش این تفاوت معنی‌دار ($P<۰/۰۰۱$، $\chi^2=۱۲/٤$) است (جدول ٦).



شکل ۷- فراوانی خسارت برف بر گونه‌های مختلف درختان در شیب‌های بیش‌تر و کم‌تر از ۵۰ درصد.

Figure 7- Frequency of snow damage on different tree species in less and more than 50% of ground slopes.

www.SID.ir

در تحقیق حاضر خسارت برف بر درختان در جنگل ناو اسالم در استان گیلان بررسی شد. ۱٤/۰ درصد از درختان به نوعی خسارت دیده بودند. چهار نوع خسارت برف مشاهده شد که صدمه به تاج درختان بیش‌ترین فراوانی را داشت. پلتولا و همکاران (۱۹۹۷) و نیکانن و همکاران (۱۹۹۷) نیز بیش‌ترین نوع خسارت برف بر درختان را در جنگل‌های آمیخته کشور چک صدمه به تاج گزارش کرده‌اند (۱٤ و ۱۸). صدمه به تاج درختان از قدرت رویش و تجدید حیات آن‌ها می‌کاهد (اسچرودر و ایدمان، ۱۹۹۳). ۱/۹ درصد از درختان در اثر برف خم شده بودند. خم شدگی رویش ارتفاعی و کیفیت چوب درختان را کاهش می‌دهد (نیکانن و همکاران، ۱۹۹۷). ٤/۵ درصد از درختان (٦۱ اصله) به نوع شکستگی تنه و ریشه‌کن شدن به‌طور کامل نابود شده بودند. درختان نابود شده دارای قطرهای کم‌تر از ٦۰ سانتی‌متر و بیشتر در طبقه قطری ۳۱ تا ٦۰ سانتی‌متر قرار داشتند. این نتایج همسو با نتایج پلتولا و کلوماکی (۱۹۹۳) است که بیش‌ترین فراوانی درختان تنه شکسته و ریشه‌کن شده را در توده‌های میانسال گزارش کرده‌اند (۱۹). از بین رفتن درختان میانسال موجب کاهش رویش توده خواهد شد. درختان توسکا و افرا خسارت بیش‌تری دیده بودند که می‌تواند به‌علت بیش‌تر بودن ضریب قد کشیدگی آن‌ها باشد.

نتایج این تحقیق نشان داد که هم جهت جغرافیایی و هم مقدار شیب زمین بر فراوانی خسارت کل برف تأثیر معنی‌دار ($P<۰/۰۰۱$) داشتند (جدول ۵). فراوانی خسارت برف در جهت شمالی (۱۷/٦ درصد) بیش‌تر از جهت جنوبی (۱۰/۳ درصد) بود. این امر می‌تواند به‌دلیل تراکم بیش‌تر و ضریب قد کشیدگی بزرگ‌تر درختان در جهت شمالی نسبت به جهت جنوبی باشد. همچنین می‌تواند به‌دلیل ترکیب گونه‌ای متفاوت درختان باشد. زیرا درختان راش، پلت، شیردار و توسکا که دارای ضریب قد کشیدگی بزرگ‌تر و درصد خسارت بیش‌تری هستند، در جهت شمالی فراوانی بیش‌تری نسبت به جهت جنوبی داشتند. در تحقیقات انجام گرفته گزارش شده است که عامل جهت جغرافیایی زمین بر فراوانی خسارت برف تأثیر معنی‌دار داشته است (سولانتای، ۱۹۹٤؛ نیکانن و همکاران، ۱۹۹۷؛ پلتولا و همکاران، ۱۹۹۷). بیش‌ترین خسارت برف بر درختان در جنگل‌های جنوب فنلاند، جهت شرقی و در جنگل‌های شمال فنلاند، جهت جنوبی گزارش شده است (سولانتای، ۱۹۹٤). در جنگل‌های شمال سوئد جهت جنوب شرقی بیش‌ترین خسارت را می‌بیند (نیکانن و همکاران، ۱۹۹۷). نتایج تحقیق حاضر در راستای نتایج تحقیقات نیکانن و همکاران (۱۹۹۷) است که گزارش کرده‌اند در جنگل‌های

Archive of SID

www.SID.ir

مرکزی اروپا تمام جهات شیب مستعد خسارت برف هستند، اما جهت‌های شمالی و شمال شرقی بیش‌تر خسارت را می‌بینند (١٤).

نتایج این تحقیق نشان داد به‌جز فراوانی خسارت به تاج درختان، فراوانی سایر انواع خسارت برف (خم شدگی، شکستگی تنه و ریشه‌کن شده) در جهت شمالی بیش‌تر از جهت جنوبی است (شکل ٣). در تحقیق ژو و همکاران (٢٠٠٦) صدمه به تاج در جهت جنوبی، ریشه کن شدن در جهت جنوب شرقی، شکستگی تنه در شمال شرقی و خم شدگی در جهت غربی بیش‌ترین فراوانی را داشته‌اند (٢٦). خسارت برف در توده‌های قرار گرفته بر شیب‌های رو به باد بیش‌تر است (نیکانن و همکاران، ١٩٩٧). نتایج این تحقیق نشان داد درختان توسکا، شیردار، پلت و بلوط به‌ترتیب با فراوانی‌های ٣٦/٧، ٢٧/٧، ٢١/٢ و ١٧/٣ درصد متحمل بیش‌ترین خسارت و درختان راش و ممرز به‌ترتیب با فراوانی‌های ١١/٥ و ٧/٧ درصد کم‌ترین خسارت برف را داشته‌اند (جدول ٢). این نتایج نشان می‌دهد حساسیت گونه‌های مختلف درختان در برابر خسارت برف متفاوت است. این نتایج همسوبا نتایج تحقیقات مارتینیک و مایر (٢٠١٢)، نیکانن و همکاران (١٩٩٧)، پلتولا و همکاران (١٩٩٧) و ژو و همکاران (٢٠٠٦) است (١١، ١٤، ١٨ و ٢٦). تفاوت در ضریب قد کشیدگی گونه‌های مختلف درختان می‌تواند دلیل این امر باشد. درختان توسکا، پلت و شیردار دارای ضریب قد کشیدگی بزرگ‌تری بودند. اما خسارت بیش‌تر در گونه بلوط می‌تواند به‌دلیل فرم گسترده تاج این درختان باشد. درختان راش، ممرز، پلت و شیردار در شیب‌های شمالی و درختان بلوط و توسکا در شیب‌های جنوبی خسارت بیش‌تری داشته‌اند (شکل ٤). ضریب قد کشیدگی درختان خسارت دیده بزرگ‌تر از ضریب قد کشیدگی درختان سالم در تمام گونه‌ها به‌دست آمد (جدول ٤).

نتایج این تحقیق نشان داد فراوانی خسارت برف بر درختان در شیب‌های بالای ٥٠ درصد (١٨/٢ درصد) بیش‌تر از شیب‌های کم‌تر از ٥٠ درصد (١٠/٥ درصد) است (شکل ٥). این امر می‌تواند به‌دلیل کم‌تر بودن عمق خاک در شیب‌های بالای ٥٠ درصد نسبت به شیب‌های کم‌تر از ٥٠ درصد و در نتیجه مقاومت کم‌تر درختان در برابر تجمع برف بر تاج آن‌ها باشد. همان‌طور که در شکل ٦ نیز نشان داده شده است فراوانی درختان صدمه دیده در ناحیه تاج و درختان ریشه‌کن شده در شیب‌های بالای ٥٠ درصد بیش‌تر از شیب‌های کم‌تر از ٥٠ درصد است. این نتیجه در راستای نتایج تحقیقات ژو و همکاران (٢٠٠٦) است که گزارش کرده‌اند با افزایش شیب زمین خسارت برف افزایش می‌یابد (٢٦). به‌جزء خسارت به نوع خم شدگی فراوانی سایر انواع خسارت برف (صدمه به تاج، شکستگی تنه و

Archive of SID

www.SID.ir

ریشه‌کن شدن) در شیب‌های بالای ۵۰ درصد بیش‌تر از شیب‌های کم‌تر از ۵۰ درصد بود (شکل ٦). فراوانی خسارت برف در هر شش گونهٔ درختان بررسی در شیب‌های بالای ۵۰ درصد بیش‌تر از شیب‌های کم‌تر از ۵۰ درصد بود (شکل ۷).

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که خسارت برف بر توده‌های با ارزش ناو اسالم قابل ملاحضه است. خسارت زیاد برف (۱٤/۰ درصد) به‌علت بارش برف در موقع برگ‌دار بودن درختان و قبل از یخ‌بندان زمین است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد به‌منظور مقاوم‌سازی توده‌ها در برابر برف نیاز به اجرای عملیات جنگل‌شناسی مناسب است. زیرا خسارت برف در ارتباط با عوامل فیزیوگرافی و ساختار جنگل است. مدیریت نقش اساسی در کاهش خسارت برف بر توده را دارد. ضریب قد کشیدگی درختان یکی از مشخصات مهم توده‌های جنگلی در پیش‌بینی وقوع خسارت برف است. با توجه به این‌که خسارت برف بیش‌تر در درختان جوان و کم قطر اتفاق افتاده است، روشن‌کردن زودتر موجب کاهش نسبت ارتفاع به قطر برابر سینه که ضریب قدکشیدگی نامیده می‌شود، در خال گروه شده و مقاومت مکانیکی آن‌ها در برابر خسارت برف را افزایش می‌هد (کامرون، ۲۰۰۲). حفظ تراکم و ساختار طبیعی توده‌ها در کاهش خسارت برف مهم هستند. ایجاد توده‌های جوان و کم‌قطر خطر خسارت برف را افزایش می‌دهد. حفظ ترکیب طبیعی گونه‌های درختان و عدم یک دست شدن این توده‌ها در کاهش خطر برف مهم است. خسارت برف در حاشیه جنگل‌ها و مکان‌هایی که تاج درختان یک طرفه گسترش می‌یابد بیش‌تر از داخل جنگل است. اجرای عملیات روشن‌کردن در توده‌های جوان و روشناییی پسند توسکا و افرا در شیب‌های شمالی و بالای ۵۰ درصد و نشانه‌گذاری کم‌تر درختان در حاشیه جنگل موجب کاهش خسارت برف بر این درختان خواهد شد. جنگل‌های مورد مطالعه به شیوهٔ جنگل‌شناسی تک‌گزینی با دوره بهره‌برداری ۱۰ ساله مدیریت می‌شوند. این شیوهٔ جنگل‌شناسی مناسب منطقه مورد مطالعه است. هدف از اجرای شیوهٔ تک‌گزینی ایجاد توده‌های نامنظم و حفظ تنوع گونه‌ای است. حفظ ساختار طبیعی توده‌ها با همان ساختار نامنظم، ایجاد توده‌های چند اشکوبه و حفاظت از تنوع گونه‌های درختی در کاهش خسارت برف بر توده‌های جنگلی مؤثر خواهد بود. در یال‌ها و شیب‌های تند عمق خاک کم بوده و مقاومت درختان در برابر برف سنگین کم می‌شود (مروی مهاجر، ۲۰۰٦). نشانه‌گذاری کم‌تر و افزایش سطح مقطع توده در شیب‌های شمالی و مناطق پرشیب خسارت برف بر درختان را کاهش خواهد داد. به‌منظور کاهش خسارت و مقاوم‌سازی توده‌های مورد مطالعه در برابر برف پیشنهادهای زیر قابل ذکر است: افزایش دوره بهره‌برداری، کاهش حجم برداشت، کاهش سطح روشنه‌های زادآوری، حفظ ساختار نامنظم طبیعی توده‌ها، افزایش تعداد

Archive of SID

www.SID.ir

درختان قطور، افزایش تراکم توده، اجرای زودتر عملیات روشن کردن در توده‌های روشنایی پسند و حفاظت از تنوع گونه‌های درختی. همچنین به‌منظور حفاظت بهتر این توده‌های با ارزش و پیش‌بینی احتمال وقوع خسارت برف، انجام تحقیقات تخصصی بیش‌تری از جمله تأثیر عوامل شکل تاج، تنه و سیستم گسترش ریشه‌ای گونه‌های مختلف درختان و تأثیر برخی عوامل فیزیوگرافی دیگر مانند ارتفاع از سطح دریا و عمق خاک موردنیاز است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که فراوانی و شدت خسارت برف بر درختان در ارتباط با خصوصیات فیزیوگرافی (شیب و جهت زمین) است. فراوانی خسارت برف بر درختان در شیب‌های بالای ۵۰ درصد بیشتر از شیب‌های کمتر از ۵۰ درصد بود. همچنین فراوانی خسارت برف بر درختان در جهت شمالی بیشتر از جهت جنوبی بود. علاوه‌بر خصوصیات فیزیوگرافی جنگل، فراوانی و شدت خسارت برف در ارتباط با گونه، اندازه و ضریب قد کشیدگی درختان بود.

منابع

1.Brüchert, F. and Gardiner, B.A. 2006. The effect of wind exposure on the aerial architecture and biomechanics of Sitka spruce (*P. sitchensis*, Pinaceae). Am. J. Bot. 93: 1352-1360.

2.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.

3.Dunham, R.A. and Cameron, A.D. 2000. Crown, stem and wood properties of wind-damaged and undamaged Stika spruce. For. Ecol. Manage. 135: 73-81.

4.Fakhari, M.A., Babaei, M. and Saeedi Zand, M. 2010. Investigation on snow damage on plantations in Sourdar- Vatashan region (Chamestan, Mazandran). Iran. J. Forest and Poplar Research. 18: 3. 447-457. (In Percian)

5.Forest management plan, 2008. Asalem natural resources office, Nav watershed. 288p. (In Persian)

6.Fridman, J. and Valinger, E. 1998. Modeling probability of snow and wind damage using tree, stand, and site characteristics from *Pinus sylvestris* sample plots. Scan. J. For. Res. 13: 3. 348–356.

7.Hurtalova, T., Matejka, F., Janous, D., Pokorny, R. and Roznovsky, J. 2007. Influence of snow damage on aerodynamic characteristics of spruce stand. International Conference: Bioclimatology and Natural Hazards, Polana and Detvou, Slovakia.

8.Iran meteorological organization (IRIMO), 2012. Provinces reports, available at the website of www.weather.ir.

Archive of SID

www.SID.ir

9.Jalkanen, A. and Mattila, U. 2000. Logistic regression models for wind and snow damage in northern Finland based on the National Forest Inventory data. For. Ecol. Manage. 135: 1–3. 315–330.
10.Martin-Alcon, S., Gonzales-olabarria, J.R. and Coll, L. 2010. Wind and snow damage in the Pyrenees pin forests: Effects of stand attributes and location. Silva Fennica, 44: 3. 399-410.
11.Martiník, A. and Mauer, O. 2012. Snow damage to birch stands in Northern Moravia. J. For. Sci. 58: 4. 181–192.
12.Marvie-Mohadjer, M. 2005. Silviculture. Tehran Univ. Press. (In Percian)
13.Nicolescu, N.V., Petritan, I.C. and Vasilescu, M.M. 2004. The early and heavy snowfalls, a major threat to the young European beech (*Fagus sylvatica* L.) stands. International Beech Symposium: Improvement and Silviculture of Beech, Tehran, Iran, 1: 69-100.
14.Nykänen, M.L., Peltola, H., Quine, C., Kellomäki, S. and Broadgate, M. 1997. Factors affecting snow damage of trees with particular reference to European conditions. Silva Fennica, 31: 2. 193–213.
15.Paatalo, M.L. 2000. Risk of snow damage in unmanaged and managed stands of Scots Pine, Norway spruce and Birch. Scan. J. For. Res. 15: 5. 530-541.
16.Paatalo, M.L., Peltola, H. and Kllomaki, S. 1999. Modeling the risk of snow damage to forests under short-term snow loading. For. Ecol. Manage. 116: 1-3. 51-70.
17.Pellikka, P. and Jarvenpaa, E. 2003. Forest stand characteristics and wind and snow induced forest damage in boreal forests. International Conference: Wind Effects on Trees, September 16-18, 2003, University of Karlsruhe, Germany.
18.Peltola, H., Nykanen, M.L. and Kellomaki, S. 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. For. Ecol. Manage. 95: 3. 229–241.
19.Peltola, H. and Kellomaki, S. 1993. A mechanistic model for wind throw and stem breakage of Scot pine at stand edge. Silva fennica, 27: 99-111.
20.Schroeder, L.M. and Eidmann, H.H. 1993. Attacks of bark- and wood-boring Coleoptera on snow-broken conifers over a two-year period. Scan. J. For. Res. 8: 257-265.
21.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.
22.Teste, F.P. and Lieffers, V.J. 2011. Snow damage in lodge pole pine stands brought into thinning and fertilization regimes. For. Ecol. Manage. 261: 11. 2096-2104.

Archive of SID

www.SID.ir

23. Valinger, E. and Fridman, J. 1997. Modeling probability of snow and wind damage in Scots pine stands using tree characteristics. For. Ecol. Manage. 97: 3. 215-222.
24. Valinger, E., Lundqvist L. and Brandel, G. 1994. Wind and snow damage in a thinning and fertilization experiment in Pinus Sylvestris. Scan. J. For. Res. 9: 129-134.
25. Valinger, E. and Lundqvist L. 1992. The influence of thinning and nitrogen fertilization on the frequency of snow and wind induced stand damage in forests. Scot. For. 46: 311-320.
26. Zhu, J.J., Li, X.F., Liu, Z.G., Cao, W., Gonda, A. and Matsuzaki, T. 2006. Factors affecting the snow and wind induced damage of a mountain secondary forest in northeastern China. Silva Fennica, 40: 1. 37-51.

Archive of SID

www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 22 (2), 2015
http://jwfst.gau.ac.ir

Snow damages in related to physiographic factors in Asalem-Nav forests, Guilan province

***F. Tavankar[1] and A. Eslam Bonyad[2]**
[1]Assistant Prof., of Forest Sciences, Khalkhal Branch, Islamic Azad University, Khalkhal, Iran, [2]Associate Prof., of Remote Sensing and Biometry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Iran
Received: 01/15/2014 ; Accepted: 02/20/2015

Abstract
Background and objectives: Snow damage is a significant and serious problem in managing of mountain forests. Extensive researches on snow damage have not been down in Iranian natural forests. The main objective of this was to estimation of frequency and intensity of snow damages on trees in relation with physiographical characteristics (slope and aspect) in Asale-Nav mountain forests in Guilan province.
Material and methods: Frequency of different types of snow damages on trees were studied after heavy and early snowfall in 11 Dec. 2011 in altitude of 1,350 to 1,650 m a.s.l. of Asalem-Nav forests. Frequency of damaged trees and snow damage types were collected through circular sample plots with each area 1000 m^2 in regular distances 100 m from each other. The frequency of snow damage types in slopes (less and more than 50%) and ground aspects (northern and southern) were compared by non-parametric chi-square tests.
Results: About 14% of trees were damaged due to snowfall. The frequency of damaged trees in slopes > 50% (18.2%) was significantly ($P < 0.01$) more than slopes < 50% (10.5%). The frequency of damaged trees in the northern aspect (17.6%) was also significantly ($P < 0.01$) more than southern aspect (10.3%). The frequency of crown damage, stem breakage and bent over in slopes > 50% were more than the slopes < 50%. Also the frequency of bending, stem breakage and bent over trees in the northern aspect were more than the southern aspect. The frequency of snow damage in *Fagus orientalis*, dominated tree in the study area, in the slopes > 50% was more than slopes < 50% ($P < 0.01$). The snow damage on tree species of *Carpinus betulus*, *Acer velutinum* and *Acer cappadocicum* was more in the northern slope, while the snow damage on tree species of *Quercus*

*Corresponding author:

Archive of SID
www.SID.ir

castaneifolia and *Alnus subcordata* was more in the southern slope. The most frequency of snow damage was observed in trees DBH < 30 cm. The slenderness coefficient of damaged trees was greater than safe trees in all tree species.
Conclusion: The snow damage on Asalem-Nav valuable stands is considerable. The frequency and intensity of snow damage on trees was related with physiographical characteristics and structure of these forests. In order to strengthening of trees against to the snow damage needs to adequate silvicultural operation in mountain forests.

Keyword: Snow damage, Ground slope, Silviculture, Asalem Nav forest

Archive of SID

www.SID.ir