نشریه علمی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۷ شماره ۴، صفحه ۴۹۷-۴۸۵، (۱۳۹۸)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijfpr.2020.128466.1875
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0883.1398.27.473.78.4.1582.1610

خسارت برف بر گونه‌های درختی و ارتباط آن با متغیرهای فیزیوگرافی در جنگل‌های ارتفاعات پایین هیرکانی

ابوالقاسم اسحق‌نیموری [۱]، هومن روانبخش [۲*]، مجتبی امیری [۳] و محمدکیا کیانیان [۴]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، گروه جنگل‌داری، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استادیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

پست الکترونیک: h.ravanbakhsh@rifr-ac.ir

۳- استادیار گروه علوم و مهندسی محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

۴- استادیار گروه بیابان‌زدایی، دانشکده کویرشناسی دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۰۶

چکیده

برف یکی از عوامل محیطی است که تأثیر آن بر ترکیب و ساختار جنگل‌های هیرکانی کمتر بررسی شده است. در پاییز ۱۳۹۵، برف سنگینی در سری لیرسرا نوشهر بارش کرد که به توده‌های جنگلی خسارت زد. آسیب‌های ناشی از این پدیده با استفاده از ۷۰ قطعه‌نمونه ۴۰ ×۴۰ متری که از روش تصادفی- منظم با شبکه ۲۰۰×۱۵۰ متر به‌دست آمده بودند، بررسی شد. در هر قطعه‌نمونه، همه درختان سالم و نوع و مشخصات آسیب به درختان دیگر ثبت شد. براساس نتایج، ۹ درصد از درختان در اثر برف خسارت دیده بودند. بیشترین خسارت مربوط به شکستگی از تنه و ریشه‌کنی و کمترین خسارت مربوط به خمیدگی از ارتفاع کنده بود. بیشترین خسارت در گونه توسکا (۲۲ درصد کل پایه‌های این گونه) و ممرز مشاهده شد و گونه‌های پلت و خرمندی آسیب کمتری دیده بودند. گونه‌های توسکا، ممرز، انجیلی و بلندمازو بیشتر دچار شکستگی شده بودند، در حالی‌که شمشاد بیشتر ریشه‌کن و شیردار بیشتر دچار خمیدگی شده بود. آسیب در طبقه ارتفاعی کمتر از ۲۰۰ متر به‌طور معنی‌داری از دو طبقه بالاتر بیشتر بود. اختلاف خسارت برف به درختان در بین طبقه‌های مختلف شیب معنی‌دار نبود، اما در بین جهت‌های جغرافیایی، بیشترین آسیب در دامنه‌های شمالی مشاهده شد . متغیر ارتفاع بر آسیب‌دیدگی گونه‌های ممرز و توسکا و متغیر جهت بر آسیب‌دیدگی گونه‌های ممرز، شیردار و نمدار اثرگذار بود. بیشترین آسیب در طبقه‌های قطری ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متری رخ داده بود که نشان می‌دهد درختانی که نتیجه برش‌های پناهی دهه‌های ۶۰ و ۷۰ شمسی بوده و هم‌اکنون در مرحله تیر و تیرک هستند، آسیب‌پذیری زیادی در برابر برف دارند.

واژه‌های کلیدی: آسیب‌پذیری، توپوگرافی، جنگل پهن‌برگ خزان‌کننده، شکستگی، لیرسرا.

مقدمه

در دهه‌های گذشته‌ عوامل انسانی، آشفتگی‌های بزرگی را در بوم‌سازگان‌های طبیعی ایجاد کرده و تغییر اقلیم تبعات ناشی از این آشفتگی‌ها را افزایش داده است. بسیاری از رویدادهای طبیعی مانند سیل، طوفان، آتش‌سوزی و خشک‌سالی به عامل اقلیم و فرآیند تغییر اقلیم مرتبط هستند (Kilpelainen *et al.*, 2010). پس از رویارویی با عوامل آشفتگی، احیا و بازسازی

بوم‌سازگان‌های حدی و شکننده که بسیاری از بخش‌های ایران را شامل می‌شود، به‌کندی و دشواری انجام می‌شود. بنابراین، شناسایی عوامل، اثرات و فرآیندهای ناشی از رخدادهای طبیعی برای مدیریت و برنامه‌ریزی اهمیت بسیاری دارد.

برف شکلی از نزولات جوی است که از یک‌سو دارای آثار مثبت بر بوم‌سازگان جنگل بوده و از سوی دیگر می‌تواند عامل آشفتگی باشد. نگهداری و تأمین تدریجی رطوبت، تغذیه آب‌های زیرزمینی و حفاظت از زادآوری (در برابر سرما و تردد) از مزایای برف است (Marvie Mohadjer, 2005). از سوی دیگر، در یک جنگل طبیعی درختان در اثر بارش برف ممکن است از حالت پایدار خارج شده و شکسته یا ریشه‌کن شوند (Hlásny *et al*., 2011). خسارت به جنگل در اثر برف یک مشکل اقتصادی مداوم در جنگل‌داری اروپا است که هرساله خسارت زیادی در پی دارد (Nicolescu *et al*., 2004; Hurtalova *et al*., 2007). در برف‌های سنگین و آبدار که در مدت کوتاهی می‌بارند، خسارت قابل توجه است (Tavankar & Bonyad, 2015) که می‌تواند شامل شکستن تاج، شکستن تنه، خم و یا ریشه‌کن شدن درختان باشد (Nykanen *et al*., 1997). همچنین، صدمه برف می‌تواند سبب حمله آفات و بیماری‌ها به درختان آسیب‌دیده شود (Baker *et al*., 2002). افزون بر مقدار بارش برف، زمان بارش برف نیز در خسارت وارده به درختان مؤثر است. خسارت برف در زمان برگ‌دار بودن درختان افزایش می‌یابد. خسارت برف وقتی خاک یخ نزده است، بیشتر است، زیرا ریشه‌ها در زمین یخ‌زده استقرار بیشتری دارند (Paatalo *et al*., 1999). مقدار خسارت برف با نوع و سن درختان توده ارتباط دارد (Hurtalova, 2007). در پژوهش Fakhari و همکاران (۲۰۱۰)، بیشترین خسارت برف در توده‌های دست‌کاشت چمستان مربوط به زربین و کمترین آن مربوط به پلت بود. در جنگل‌های اسالم، توسکای ییلاقی و بلندمازو از گونه‌های حساس و ممرز و پلت از گونه‌های به‌نسبت مقاوم در مقابل برف ارزیابی شدند (Bonyad & Tavankar, 2014).

بارش برف‌های سنگین و آبدار هر چند سال یک‌بار در قسمت‌های جلگه‌ای جنگل‌های هیرکانی خسارت‌های زیادی به درختان جنگلی وارد می‌کند (Jafari, 2009) اما پژوهش‌های اندکی به این موضوع پرداخته‌اند. در پاییز ۱۳۹۵ در سری لیرسرا (طرح ماشلک) برف سنگینی به‌ارتفاع ۶۷ سانتی‌متر بارش کرد (اندازه‌گیری نگارندگان) که سبب خسارت زیادی در ساختار توده‌های جنگلی شد. پژوهش پیش‌رو با هدف بررسی خسارت برف بر گونه‌های مختلف، نسبت درختان آسیب‌دیده به کل توده و ارتباط خسارت با متغیرهای فیزیوگرافی (شیب، ارتفاع از سطح دریا و جهت جغرافیایی) انجام شد

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

پژوهش پیش‌رو در سه قطعه ۶۰۹، ۶۲۹ و ۶۳۲ از سری شش طرح جنگل‌داری لیرسرا در حوزه آبخیز ۴۵ (گلبند) که در پاییز ۱۳۹۵ توسط بارش برف آسیب دیده بودند، انجام شد. آماربرداری در اسفند ۱۳۹۶ و فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۷ انجام شد. سری لیرسرا در محدوده طول جغرافیایی ″۲ ′۳۳ °۵۱ تا ″۵۱ ′۲۹ °۵۴ و عرض جغرافیایی ″۲۹ ′۳۳ °۳۶ تا ″۲۰ ′۳۷ °۳۶ و در حد ارتفاعی ۷۰ تا ۶۳۲ متر از سطح دریا واقع شده است (Anounymous, 2006). میانگین سالانه بارندگی برای ایستگاه نوشهر (ارتفاع ۲۰ متر از سطح دریا)، ۱۳۲۲ میلی‌متر است. در تاریخ سوم تا پنجم آذرماه ۱۳۹۵ (روزهای بارش برف سنگین مورد نظر)، مجموع بارندگی ۱۵۶/۳ میلی‌متر، بیشینه و کمینه درجه حرارت به‌ترتیب ۱ و ۲- درجه سانتیگراد و متوسط سرعت باد ۲/۴ کیلومتر بر ساعت بود. خاک‌های منطقه عموماً عمیق تا نیمه‌عمیق بوده و بافت خاک لومی یا لومی- رسی است (Anounymous, 2006). پیش از ملی‌شدن جنگل‌ها (۱۳۴۲)، بهره‌برداری توسط مالکان خصوصی در قالب

تهیه چوب‌آلات و زغال و پس از ملی‌شدن با تهیه کتابچه طرح جنگل‌داری و عقد قراردادهای ۱۰ساله با شرکت‌های دولتی یا خصوصی انجام می‌شد. روش پرورشی مورد استفاده تا سال ۱۳۷۴ دانه‌زاد همسال با شیوه پناهی با نگه‌داشتن پایه‌های مادری و از سال ۱۳۷۵ روش دانه‌زاد ناهمسال با شیوه تک‌گزینی بوده است. آخرین بهره‌برداری مربوط به سال ۱۳۹۴ است که درختان شکسته و بادافتاده برداشت شدند و از مهر ۱۳۹۶ تاکنون این جنگل با اجرای طرح استراحت جنگل‌های هیرکانی با هدف حفاظتی مدیریت می‌شود.

روش پژوهش

در این پژوهش از روش نمونه‌برداری تصادفی- منظم با شبکه‌ای به ابعاد ۲۰۰×۱۵۰ متر و قطعات نمونه مربعی شکل به ابعاد ۴۰×۴۰ متر استفاده شد (Zhu *et al.*, 2006). درمجموع، ۷۰ قطعه‌نمونه برداشت شد و در هر قطعه‌نمونه درختان آسیب‌دیده و سالم (قطر بیش از ۷/۵ سانتی‌متر) بر حسب گونه، نوع آسیب‌دیدگی در سه گروه ریشه‌کن، شکسته (از کنده، از تنه و از تاج) و خمیده (از کنده، از تنه و از تاج) (Hlásny *et al.*, 2011)، قطر برابر سینه درختان، مشخصات ارتفاع از سطح دریا، جهت جغرافیایی و شیب، اندازه‌گیری و ثبت شدند.

نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- سمیرنوف بررسی شد. مقایسه خسارت در طبقه‌های مختلف برای داده‌های نرمال با به‌کارگیری تجزیه واریانس یک‌طرفه ANOVA و آزمون توکی و برای داده‌های غیرنرمال و رتبه‌ای با استفاده از آزمون Kruskal-Wallis و آزمون Mann-Witney انجام شد. برای مقایسه درصد آسیب‌دیدگی از نسبت درختان آسیب‌دیده به کل درختان در قطعه‌نمونه استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد.

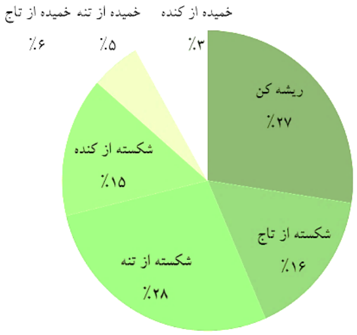
نتایج

ترکیب گونه‌ای درختان سالم و آسیب‌دیده

درمجموع، ۳۳۸۳ اصله درخت از ۱۹ گونه درختی در منطقه آماربرداری شد که ۲۹۲ اصله (۹ درصد) در اثر بارش برف خسارت دیده بودند (جدول ۱). ممرز با ۱۰۹ پایه (۳۷/۳ درصد کل درختان آسیب‌دیده) و سپس توسکا و انجیلی بیشترین پایه‌های آسیب‌دیده از برف را داشتند.

نوع خسارت در منطقه

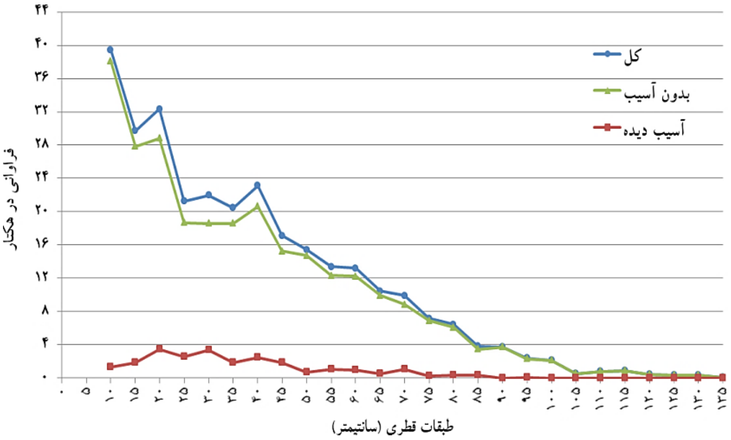
درمجموع، بیشترین خسارت مربوط به شکستگی درختان (۱۷۲ پایه) بود (جدول ۱) که نوع غالب آن شکستگی از تنه بود. پس از شکستگی تنه، بیشترین خسارت مربوط به ریشه‌کنی (۲۷ درصد) و کمترین خسارت مربوط به خمیدگی از کنده بود (شکل ۱). همچنین، بیشترین خسارت در درختان طبقات قطری ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر مشاهده شد (شکل ۲).



شکل ۱- سهم هر یک از انواع آسیب در منطقه

جدول ۱- گونه‌های درختی و درختچه‌ای منطقه مورد مطالعه (به‌ترتیب فراوانی) به همراه وضعیت آسیب‌دیدگی آنها

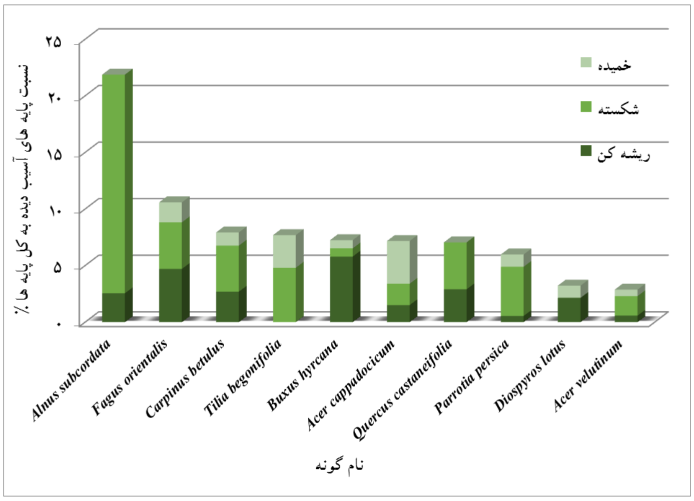
نام فارسی	خمیده	شکسته	ریشه‌کن	آسیب‌دیده	سالم	تعداد کل	تیره	نام علمی
ممرز	۱۶	۵۶	۳۷	۱۰۹	۱۲۶۶	۱۳۷۵	Moraceae	*Carpinus betulus* L.
انجیلی	۴	۱۶	۲	۲۲	۳۴۶	۳۶۸	Hammamelidaceae	*Parrotia persica* C. A. Mey.
توسکا	۰	۶۸	۹	۷۷	۲۷۵	۳۵۲	Betulacea	*Alnus subcordata* C. A. Mey.
شیردار	۱۰	۵	۴	۱۹	۲۴۶	۲۶۵	Aceraceae	*Acer cappadocicum* Gled.
بلندمازو	۰	۱۰	۷	۱۷	۲۲۴	۲۴۱	Fagaceae	*Quercus castaneifolia* C. A. Mey.
پلت	۱	۳	۱	۵	۱۶۹	۱۷۴	Aceraceae	*Acer velutinum* Boiss.
راش	۳	۷	۸	۱۸	۱۵۲	۱۷۰	Fagaceae	*Fagus orientalis* Lipsky
شمشاد	۱	۱	۸	۱۰	۱۲۸	۱۳۸	Buxaceae	*Buxus hyrcana* Pojark
نمدار	۳	۵	۰	۸	۹۶	۱۰۴	Malvaceae	*Tilia begonifolia* Steven
خرمندی	۱	۰	۲	۳	۹۰	۹۳	Ebenaceae	*Diospyros lotus* L.
ملج	۰	۰	۰	۰	۲۳	۲۳	Ulmaceae	*Ulmus glabra* Huds.
ون	۱	۰	۰	۱	۱۸	۱۹	Oleaceae	*Fraxinus excelsior* L.
لیلکی	۰	۱	۱	۲	۱۴	۱۶	Fabaceae	*Gleditsia caspica* Desf.
گیلاس	۰	۰	۰	۰	۱۱	۱۱	Rosaceae	*Prunus avium* (L.) L.
لرگ	۰	۰	۱	۱	۱۰	۱۱	Juglanaceae	*Pterocarya fraxinifolia* (Poir.) Spach
انجیر	۰	۰	۰	۰	۹	۹	Moraceae	*Ficus carica* L.
آلوچه	۰	۰	۰	۰	۶	۶	Rosaceae	*Prunus divaricata* Ledeb.
گلابی	۰	۰	۰	۰	۵	۵	Rosaceae	*Pyrus boissieriana* Bushe.
گردو	۰	۰	۰	۰	۳	۳	Juglandaceae	*Juglans regia* L.
مجموع	۴۰	۱۷۲	۸۰	۲۹۲	۳۰۹۱	۳۳۸۳		



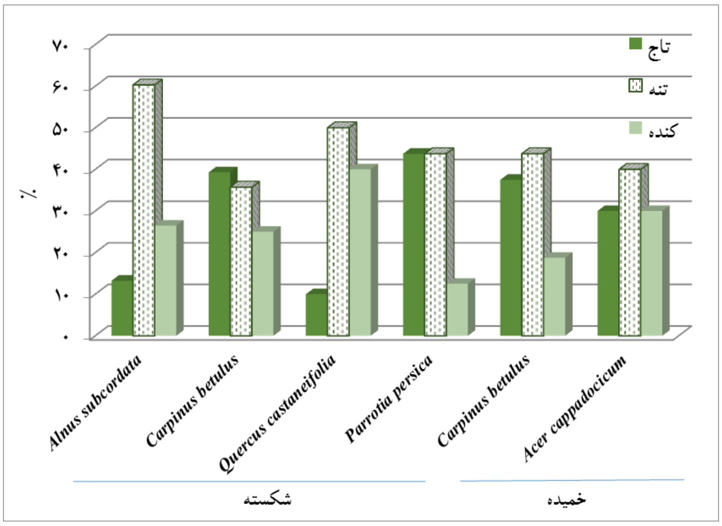
شکل ۲- منحنی تعداد در طبقات قطری برای گروه‌های مختلف

مقایسه مقدار و نوع آسیب در بین گونه‌های مختلف

برای مقایسه مقدار آسیب در گونه‌های مختلف، نسبت پایه‌های آسیب‌دیده هرگونه به کل پایه‌های موجود از آن گونه محاسبه شد. نتایج نشان داد که بیشترین آسیب‌دیدگی مربوط به توسکا بود که ۲۲ درصد کل پایه‌های این گونه در منطقه آسیب دیده بودند (شکل ۳) و بیشترین خسارت این گونه نیز مربوط به شکستگی تنه بود (شکل ۴). سپس، راش (۱۰/۵ درصد) و ممرز (هشت درصد) بیشترین آسیب‌دیدگی و گونه‌های پلت، خرمندی، ملج، ون و لیلکی کمترین آسیب‌دیدگی را داشتند (جدول ۱ و شکل ۲). شایان ذکر است که برخی گونه‌ها فاقد تعداد کافی برای قضاوت درباره مقدار خسارت بودند (جدول ۱). گونه‌های توسکا، ممرز، انجیلی و بلندمازو بیشتر دچار شکستگی شده بودند در حالی‌که شمشاد اغلب ریشه‌کن و شیردار اغلب دچار خمیدگی شده بود (شکل ۳). در بررسی انواع شکستگی در هر گونه نسب به درختان شکسته آن گونه مشخص شد که گونه‌های توسکا و بلندمازو بیشتر دچار شکستگی تنه شده و آسیب تاج کمتری داشتند، اما برای انجیلی و ممرز هر دو آسیب شکستگی تنه و تاج وجود داشت (شکل ۴). در شکل‌های ۳ و ۴ وضعیت آسیب‌دیدگی گونه‌های دارای فراوانی کافی نشان داده شده است.



شکل ۳- مقایسه میزان آسیب‌دیدگی در گونه‌های مختلف



شکل ۴- انواع شکستگی و خمیدگی به‌تفکیک گونه

آسیب‌دیدگی و متغیرهای توپوگرافی

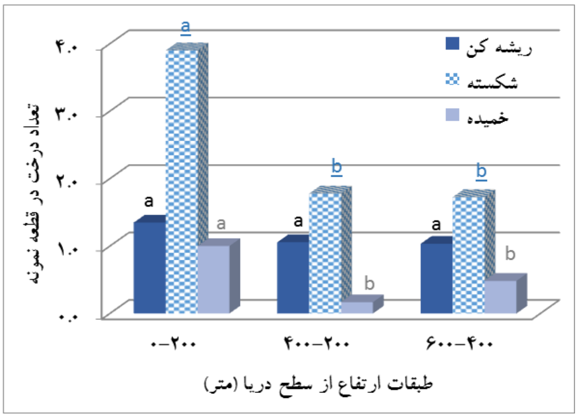
بیشترین آسیب در طبقه ارتفاعی کمتر از ۲۰۰ متر مشاهده شد که با دو طبقه ارتفاعی دیگر اختلاف معنی‌دار داشت ($p < ۰/۰۱$) (جدول ۲). همچنین، تعداد درختان شکسته و خمیده در طبقه کمتر از ۲۰۰ متر به‌طور معنی‌داری بیشتر از طبقه‌های دیگر بود، اما تعداد درختان ریشه‌کن‌شده در سه طبقه اختلاف معنی‌دار نداشتند (شکل ۵). بیشترین آسیب در شیب‌های صفر تا ۳۰ درصد مشاهده شد، هرچند این تفاوت معنی‌دار نبود (جدول ۲ و شکل ۶).

جدول ۲- فراوانی درختان سالم و آسیب‌دیده در طبقات متغیرهای توپوگرافی (متوسط تعداد در قطعه‌نمونه)

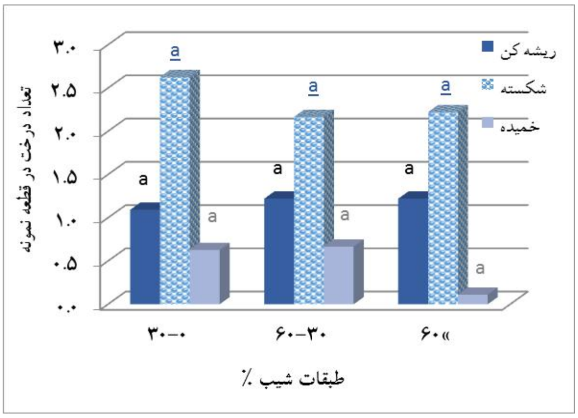
خمیده			شکسته			ریشه‌کن	آسیب دیده *	سالم	کل		
کنده	تنه	تاج	کنده	تنه	تاج						
۰/۲	۰/۳	۰/۵	۰/۹	۱/۹	۱/۱	۱/۳ ^{a}	۶/۳ ^{a}	۴۴/۳ ^{a}	۵۰/۶ ^{a}	<۲۰۰	ارتفاع از سطح دریا (متر)
۰/۱	۰/۱	۰/۰	۰/۴	۰/۹	۰/۴	۱/۱ ^{a}	۳/۱ ^{b}	۴۳/۰ ^{a}	۴۶/۸ ^{a}	۲۰۰-۴۰۰	
۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۶	۰/۷	۰/۵	۱/۰ ^{a}	۳/۲ ^{b}	۴۴/۷ ^{a}	۴۷/۹ ^{a}	۴۰۰-۶۰۰	
۰/۱	۰/۱	۰/۳	۰/۷	۱/۱	۰/۷	۱/۱ ^{a}	۴/۳ ^{a}	۴۶/۵ ^{a}	۵۰/۸ ^{a}	۰-۳۰	شیب (درصد)
۰/۲	۰/۴	۰/۱	۰/۵	۱/۰	۰/۶	۱/۳ ^{a}	۴/۲ ^{a}	۴۱/۲ ^{a}	۴۵/۴ ^{a}	۳۰-۶۰	
۰/۰	۰/۱	۰/۰	۰/۴	۱/۲	۰/۶	۱/۲ ^{a}	۳/۶ ^{a}	۳۸/۷ ^{a}	۴۲/۲ ^{a}	>۶۰	
۰/۱	۰/۴	۰/۲	۰/۵	۰/۶	۰/۵	۱/۱ ^{ab}	۳/۴ ^{b}	۴۲/۴ ^{a}	۴۵/۸ ^{a}	شرقی	جهت جغرافیایی
۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۴	۰/۵	۰/۲	۰/۸ ^{b}	۱/۹ ^{b}	۴۶/۵ ^{a}	۴۸/۴ ^{a}	جنوبی	
۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۶	۱/۲	۰/۱	۰/۹ ^{ab}	۳/۲ ^{b}	۴۲/۸ ^{a}	۴۶ ^{a}	غربی	
۰/۳	۰/۳	۰/۵	۱/۰	۲/۱	۱/۴	۱/۶ ^{a}	۷/۲ ^{a}	۴۳/۹ ^{a}	۵۱/۱ ^{a}	شمالی	

* نتایج مقایسات میانگین با استفاده از روش توکی. حروف کوچک یکسان در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در آن گروه است.

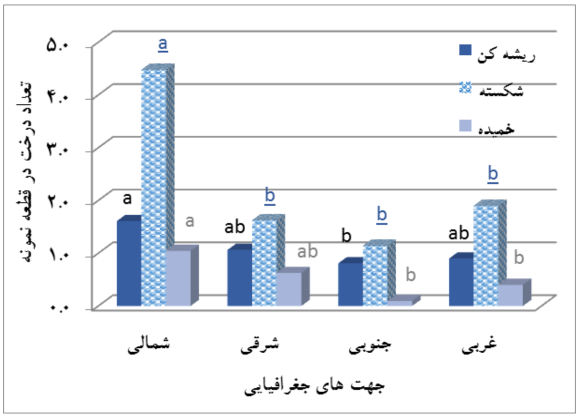
درمورد جهت جغرافیایی، بیشترین آسیب در دامنه‌های شمالی و کمترین آسیب در جهت جنوبی مشاهده شد که اختلاف برای جهت شمالی با جهت‌های دیگر معنی‌دار بود ($p < ۰/۰۱$) (جدول ۲ و شکل ۷). توزیع شکل‌های مختلف آسیب‌دیدگی در شرایط مختلف توپوگرافی برای دو گونه ممرز و توسکا و نتایج مقایسات میانگین در شکل ۸ ارائه شده است.



شکل ۵- فراوانی نوع آسیب به درختان در طبقه‌های ارتفاع از سطح دریا و نتایج مقایسه میانگین



شکل ۶- فراوانی نوع آسیب به درختان در طبقه‌های شیب و نتایج مقایسه میانگین

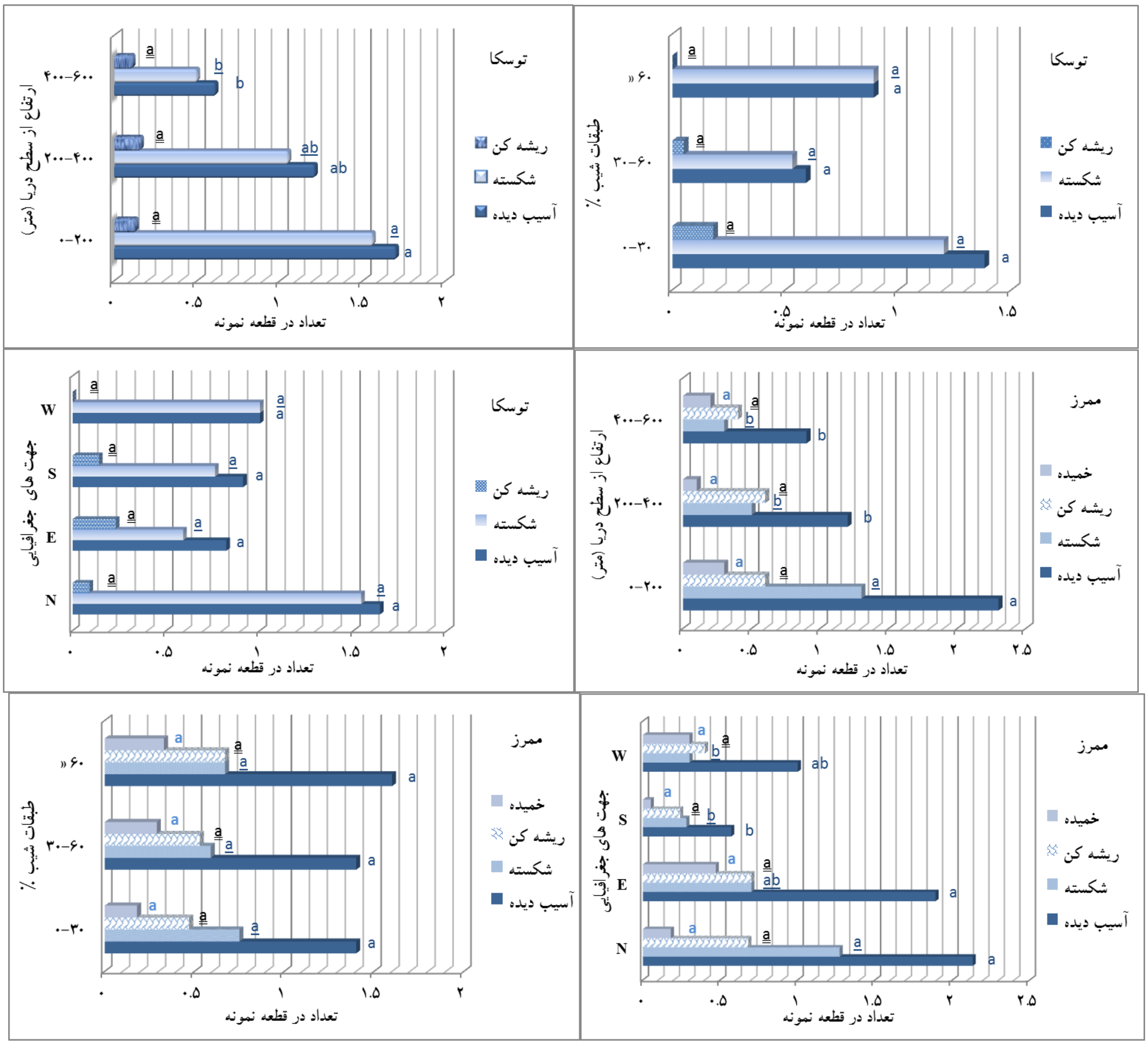


شکل ۷- فراوانی نوع آسیب به درختان در جهت‌های جغرافیایی اصلی و نتایج مقایسه میانگین

جدول ۳- فراوانی کل و پایه‌های آسیب‌دیده به‌تفکیک گونه در شرایط مختلف توپوگرافی (متوسط تعداد در قطعه‌نمونه)

گونه		ارتفاع از سطح دریا (متر) *			شیب (٪)			جهت			
		<۲۰۰	۲۰۰-۴۰۰	۴۰۰-۶۰۰	۰-۳۰	۳۰-۶۰	>۶۰	شمالی	شرقی	جنوبی	غربی
ممرز	کل	۲۵/۳^{a}	۱۵/۹^{b}	۱۷^{b}	۲۰/۹$^{\underline{a}}$	۱۷/۹$^{\underline{a}}$	۱۴/۹$^{\underline{a}}$	۲۲/۴^{a}	۲۰/۹^{a}	۱۶/۵^{a}	۱۶/۷^{a}
	آسیب	۲/۳^{a}	۱/۲^{b}	۰/۹^{b}	۱/۴$^{\underline{a}}$	۱/۴$^{\underline{a}}$	۱/۶$^{\underline{a}}$	۲/۱^{a}	۱/۹^{a}	۰/۶^{b}	۱^{ab}
انجیلی	کل	۲/۸^{a}	۶/۷^{b}	۶/۳^{b}	۵/۶$^{\underline{a}}$	۵/۸$^{\underline{a}}$	۲/۲$^{\underline{a}}$	۴/۹^{a}	۵/۰^{a}	۶/۳^{a}	۴/۱^{a}
	آسیب	۰/۳^{a}	۰/۲^{a}	۰/۳^{a}	۰/۳$^{\underline{a}}$	۰/۳$^{\underline{a}}$	۰$^{\underline{a}}$	۰/۴^{a}	۰/۳^{a}	۰/۱^{a}	۰/۴^{a}
توسکا	کل	۵/۹^{a}	۷/۳^{a}	۲/۸^{b}	۵/۸$^{\underline{a}}$	۳/۲$^{\underline{a}}$	۴/۷$^{\underline{a}}$	۵/۱^{a}	۲/۸^{a}	۶/۲^{a}	۶/۳^{a}
	آسیب	۱/۷^{a}	۱/۲^{ab}	۰/۶^{b}	۱/۴$^{\underline{a}}$	۰/۶$^{\underline{a}}$	۰/۹$^{\underline{a}}$	۱/۶^{a}	۰/۸^{a}	۰/۹^{a}	۱/۰^{a}
شیردار	کل	۳/۹^{a}	۲/۱^{b}	۴/۸^{a}	۴/۱$^{\underline{a}}$	۳/۱$^{\underline{a}}$	۳/۳$^{\underline{a}}$	۴/۵	۳/۹	۲/۷	۴/۲
	آسیب	۰/۳^{a}	۰/۱^{a}	۰/۳^{a}	۰/۳$^{\underline{a}}$	۰/۱$^{\underline{a}}$	۰/۳$^{\underline{a}}$	۰/۴^{ab}	۰/۵^{a}	۰/۱^{b}	۰/۱^{b}
بلوط	کل	۳/۲^{a}	۲/۵^{a}	۴/۳^{a}	۳/۷$^{\underline{a}}$	۲/۶$^{\underline{a}}$	۳/۸$^{\underline{a}}$	۲/۴^{a}	۲/۵^{a}	۴/۸^{a}	۴/۵^{a}
	آسیب	۰/۲^{a}	۰/۴^{a}	۰/۲^{a}	۰/۲$^{\underline{a}}$	۰/۲$^{\underline{a}}$	۰/۵$^{\underline{a}}$	۰/۲^{a}	۰/۲^{a}	۰/۳^{a}	۰/۳^{a}
پلت	کل	۱/۸^{a}	۳/۸^{b}	۲/۱^{a}	۲/۸$^{\underline{a}}$	۲/۱$^{\underline{a}}$	۱/۶$^{\underline{a}}$	۲/۱^{a}	۲/۶^{a}	۳/۴^{a}	۱/۲^{a}
	آسیب	۱/۳^{a}	۱^{a}	۰^{a}	۰/۱$^{\underline{a}}$	۰/۱$^{\underline{a}}$	۰$^{\underline{a}}$	۰/۲^{a}	۰^{a}	۰^{a}	۰^{a}
راش	کل	۰^{a}	۰/۱^{a}	۵/۸^{b}	۱/۲$^{\underline{a}}$	۳/۶$^{\underline{b}}$	۴/۰$^{\underline{b}}$	۲/۸^{ab}	۴/۴^{a}	۰/۴^{b}	۳/۷^{ab}
	آسیب	۰^{a}	۰^{a}	۰/۶^{b}	۰/۱$^{\underline{a}}$	۰/۴$^{\underline{a}}$	۰/۴$^{\underline{a}}$	۰/۱^{a}	۰/۴^{a}	۰/۱^{a}	۰/۴^{a}
شمشاد	کل	۲/۶^{ab}	۳/۷^{a}	۰/۲^{a}	۱/۷$^{\underline{a}}$	۳/۱$^{\underline{a}}$	۰/۸$^{\underline{a}}$	۱/۸^{a}	۱/۱^{a}	۳/۷^{a}	۰^{a}
	آسیب	۰/۳^{a}	۰/۲^{b}	۰^{a}	۰/۱$^{\underline{a}}$	۰/۲$^{\underline{a}}$	۰/۱$^{\underline{a}}$	۰/۲^{a}	۰/۱^{a}	۰/۱^{a}	۰^{a}
نمدار	کل	۱/۴^{a}	۱/۴^{a}	۱/۶^{a}	۱/۴$^{\underline{a}}$	۱/۲$^{\underline{a}}$	۲/۵$^{\underline{a}}$	۱/۸^{a}	۱/۲^{a}	۱/۱^{a}	۱/۸^{a}
	آسیب	۰/۲^{a}	۰^{a}	۰/۱^{a}	۰/۱$^{\underline{a}}$	۰/۱$^{\underline{a}}$	۰$^{\underline{a}}$	۰/۳^{a}	۰/۱^{ab}	۰^{b}	۰^{b}
خرمندی	کل	۰/۶^{a}	۱/۴^{ab}	۱/۹^{b}	۱/۴$^{\underline{a}}$	۱/۶$^{\underline{a}}$	۰/۳$^{\underline{a}}$	۱/۶^{a}	۱/۲^{a}	۱/۶^{a}	۰/۲^{a}
	آسیب	۰^{a}	۰/۱^{a}	۰^{a}	۰/۱$^{\underline{a}}$	۰$^{\underline{a}}$	۰$^{\underline{a}}$	۰/۱^{a}	۰^{a}	۰^{a}	۰^{a}

* نتایج مقایسه میانگین توکی (داده‌های نرمال) و آزمون من‌ویتنی (برای داده‌های غیرنرمال)؛ حروف کوچک یکسان در هر سطر و برای هرگروه (طبقات هر کدام از متغیرهای توپوگرافی)، نشان بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در آن گروه است.



شکل ۸- توزیع شکل‌های مختلف آسیب‌دیدگی در شرایط مختلف توپوگرافی برای ممرز و توسکا و نتایج مقایسات میانگین

بحث

آسیب‌دیدگی برخی درختان جنگلی در اثر عوامل طبیعی مثل باد یا برف، بخشی از فرآیندهای اکولوژیک در یک جنگل طبیعی است که می‌تواند منجر به پدیده انتخاب طبیعی در جوامع و جمعیت‌ها شود. همچنین، سقوط درختان و تجزیه آن‌ها، موجب افزایش حاصلخیزی خاک، ایجاد زیستگاه مناسب برای بخشی از فون و فلور و افزایش تنوع زیستی جنگل می‌شود. در جنگل‌های بکر راش، حدود ۶۰ درصد خشکه‌دارهای جنگل، خشکه‌دار افتاده هستند (Amiri *et al.*, 2015) که بخشی از آن‌ها نتیجه رخدادهای طبیعی مثل باد یا برف هستند، اما از سوی دیگر خسارت‌های اقتصادی باد و برف‌افتادگی در جنگل‌های تحت مدیریت قابل ملاحظه است. به‌ویژه اینکه تغییر اقلیم رویدادهای مخرب مثل طوفان و برف را افزایش داده است (Kilpelainen *et al.*, 2010). برف پاییزه در جنگل‌های سری لیرسرای گلبند باعث شد تا ۹ درصد کل درختان سرپا دچار خسارت شوند که شکستگی درختان بیشتر از نوع ریشه‌کنی و خمیدگی بود. در جنگل‌های اسالم گیلان نیز پس از بارش سنگین برف در پاییز ۱۳۹۰، بیشترین نوع شکستگی درختان، ریشه‌کنی و خمیدگی بود (Tavankar & Bonyad, 2015). برف آبدار اغلب در اوایل بهار و اواخر پاییز می‌بارد که وزن زیادی را بر درخت که هنوز خزان

نکرده وارد می‌کند که می‌تواند باعث شکستن آن شود (Peltola *et al.*, 2000). از سوی دیگر، احتمال یخ‌زدگی خاک در فصل سرد وجود دارد که پایداری سیستم ریشه‌ای را افزایش داده و مانع ریشه‌کنی درختان می‌شود.

در پژوهش پیش‌رو، بیشترین آسیب‌دیدگی در گونه توسکا (۲۲ درصد کل پایه‌های آن) مشاهده شد و بیشترین خسارت این گونه نیز از نوع شکستگی تنه بود. خسارت قابل توجه در توسکا را می‌توان با فنولوژی این گونه و خزان دیرهنگام آن (Marvie Mohadjer, 2005) مرتبط دانست. درختان توسکا در جنگل‌کاری‌های چمستان مازندران نیز با ۲۱ درصد (Fakhari *et al.*, 2010) و در جنگل‌های ناو اسالم با ۳۶ درصد (Bonyad & Tavankar, 2014) بیشترین خسارت را در پی بارش برف در میان گونه‌های پهن‌برگ مورد بررسی داشتند. در جنگل‌های پهن‌برگ ثانویه شمال‌غرب چین، توس (*Betula costata*)، به‌عنوان سرده خویشاوند توسکا، بسیار بیشتر از گونه‌های دیگر دچار خسارت شد که دلیل آن به شاخ و برگ متراکم این گونه نسبت داده شد (Zhu *et al.*, 2006). توسکا دارای سیستم ریشه‌ای گسترده متشکل از ریشه‌های عمقی و سطحی است که به آن اجازه می‌دهد تا در زمین‌های پرآب زنده بماند (Burns & Honkala, 1990). این سیستم ریشه‌ای می‌تواند درخت را در برابر باد/برف افتادگی حفظ کرده و به‌همین علت سهم شکستگی آن در منطقه مورد مطالعه بسیار بیشتر از ریشه‌کنی بود که هم‌راستا با نتایج Fakhari و همکاران (۲۰۱۰) است.

در پژوهش پیش‌رو، کمترین خسارت در بین گونه‌های پرتعداد، مربوط به پلت و خرمندی بود. Fakhari و همکاران (۲۰۱۰) نیز در بررسی اثر بارش برف در جنگل‌های چمستان، پلت را فاقد خسارت عنوان کردند. Zhu و همکاران (۲۰۰۶)، کمترین شکستگی ناشی از برف و باد در بین گونه‌های مطالعه‌شده را مربوط به گونه‌های افرا گزارش کردند. از افرای نروژی (*A. platanoides* L.) به‌عنوان یکی از گونه‌های بردبار در برابر برف و یخ نام برده شده است (Richer-Leclerc *et al.*, 1994). همچنین، گونه *A. pseudosieboldianum* (Pax) Komarov شاخه‌های انعطاف‌پذیری دارد، به‌نحوی که به‌راحتی خم شده و کمتر تحت تأثیر باد و برف آسیب می‌بیند. در منطقه مورد مطالعه، هر دو گونه افرا (پلت و شیردار) آسیب‌دیدگی اندکی به‌صورت شکستگی و ریشه‌کنی داشتند، اما خمیدگی برای شیردار بیشتر بود. در پژوهش Zhu و همکاران (۲۰۰۶) نیز بیشترین آسیب در افراها، خمیدگی بود.

در منطقه مورد مطالعه، درختان اشکوب بالا (راش، ممرز، توسکا و بلوط) در مقایسه با درختان اشکوب میانی و پایین (انجیلی و خرمندی) بیشتر آسیب (به‌ویژه شکستگی و ریشه‌کنی) دیده بودند. درختان اشکوب بالا بیشتر در معرض ریشه‌کنی یا شکستگی هستند، در حالی‌که درختان زیراشکوب بیشتر دچار خمیدگی می‌شوند یا سالم باقی می‌مانند که می‌تواند به‌دلیل تجمع برف بیشتر بر روی درختان اشکوب غالب و در معرض باد بودن آن‌ها باشد. این در حالی است که درختان زیراشکوب با برخورد و فشار (اثر دومینو) ایجادشده توسط درختان اشکوب بالا دچار خمیدگی می‌شوند (Li *et al.*, 2004). در رابطه با درختان شمشاد، ریشه‌کنی بیشتر را می‌توان به ضعف و نیمه‌جان بودن بسیاری از آن‌ها به‌دلیل طغیان آفت شب‌پره شمشاد در سال‌های اخیر نسبت داد.

نتایج این پژوهش نشان داد که خسارت در طبقه ارتفاعی کمتر از ۲۰۰ متر از سطح دریا، به‌طور معنی‌داری از دو طبقه بالایی بیشتر بود. با افزایش ارتفاع از سطح دریا، خزان درختان دیرتر رخ داده و بارش برف پیش از خزان کامل درختان، باعث انباشت برف روی شاخه‌ها و خسارت به درختان می‌شود. در پژوهش Zhu و همکاران (۲۰۰۶) در جنگل‌های پهن‌برگ ثانویه چین نیز در ارتفاعات پایین‌تر شکستگی تنه و تاج بیشتر مشاهده شد، اما ریشه‌کنی کمتر بود. نتایج Tavankar و Bonyad (۲۰۱۵) نشان داد که فراوانی درختان خسارت‌دیده در شیب بیشتر از ۵۰ درصد بیشتر از شیب کمتر از ۵۰ درصد بود که این تفاوت برای ریشه‌کنی و صدمه به تاج معنی‌دار بود و دلیل آن به کم‌تر بودن عمق خاک و درنتیجه کم‌تر بودن مقاومت درختان بر

دامنه‌های پرشیب نسبت داده شد. بیشتر بودن ریشه‌کنی در شیب‌های زیادتر در پژوهش پیش‌رو تأییدکننده این تفسیر است. براساس نتایج پژوهش پیش‌رو، بیشترین آسیب در دامنه‌های شمالی و کمترین آسیب در جهت جنوبی رخ داد که با نتایج Tavankar و Bonyad (۲۰۱۵) همخوانی دارد. آسیب کمتر در دامنه‌های جنوبی می‌تواند به‌دلیل گرم‌تر بودن و ذوب‌شدن سریع‌تر برف انباشت‌شده روی درختان باشد. در پژوهش Zhu و همکاران (۲۰۰۶) آسیب تاج در جهت جنوبی و ریشه‌کنی در جهت جنوب‌شرقی بیشتر بود.

علت اصلی خسارت برف در منطقه مورد مطالعه را می‌توان به اجرای شیوه پناهی در سال‌های ۱۳۶۱-۱۳۷۴ نسبت داد. اگرچه برش‌های پناهی همراه با نگه‌داشتن پایه‌های مادری بود و با تغییر شیوه به سمت تک‌گزینی در دهه ۷۰، اجرای آن تکمیل نشد، اما تشکیل لکه‌ها و گروه‌های همسال در مرحله تیر و تیرک در سطح پارسل را در پی داشت. این امر در منحنی طبقات قطری به‌صورت برآمدگی در طبقات ۲۰، ۳۰ و ۴۰ سانتی‌متری به‌خوبی نمایان است (شکل ۲). پایه‌های حاصل از برش‌های پناهی دارای رقابت شدید هستند که پس از رخداد یک پدیده طبیعی مانند بارش برف، تعدادی از پایه‌ها به‌طور طبیعی حذف می‌شوند. منحنی فراوانی در طبقات قطری (شکل ۲) و بیشینه خسارت در طبقات قطری ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر گویای این مطلب بود. همچنین، منحنی طبقات قطری نشان داد که در گذشته در یک بازه زمانی با دخالت انسان توده به سمت همسال‌شدن پیش رفته، اما با توقف شیوه پناهی، این تغییر متوقف شده و منحنی ناهمسال دوباره در حال بازسازی است. در پژوهش‌های Nicolescu و همکاران (۲۰۰۴) و Martiník و Mauer (۲۰۱۲)، بیشترین آسیب برف در توده‌های جوان بود و در نتایج Martiník و Mauer (۲۰۱۲) در توده‌های قدیمی هیچ آسیبی گزارش نشد. خسارت برف و باد در جنگل‌های ثانویه شدیدتر است و در توده‌های مدیریت‌شده خسارت بیشتر از توده‌های مدیریت‌نشده است (Bonyad & Tavankar, 2014). بنابراین، پرهیز از روش‌های جنگلشناسی کلاسیک که منجر به ایجاد توده‌های همسال جوان می‌شود، در کاهش خسارت برف مؤثر است. بنابر داده‌های موجود، امروزه تغییرات معنی‌داری در مقادیر پارامترهای اقلیمی و رخدادهای حدی (Extreme climate events) مشاهده می‌شود (Kellogg, 2019) که بیانگر احتمال تکرار بارش برف‌های سنگین در ارتفاعات پایین جنگل‌های هیرکانی است. این امر ضرورت به‌کارگیری شیوه‌های همگام با طبیعت و حفظ توده‌های ناهمسال و آمیخته را تأیید می‌کند، ضمن اینکه براساس نتایج این پژوهش در ارتفاعات پایین، توده‌های دامنه‌های شمالی آسیب‌پذیری بیشتری در برابر برف دارند که باید در برنامه‌های مدیریت جنگل توجه بیشتری به آن‌ها شود.

منابع مورد استفاده

- Amiri, M., Rahmani, R., Sagheb-Talebi, Kh., Habashi, H., 2015. Structural characteristics of dead Wood in a natural untouched of *Fagus orientalis* Lipsky mixed stand forest (Case Study: Shastklateh Forest, Gorgan, Iran). Journal of Wood and Forest Science and Technology, 22(1): 185-205 (In Persian).
- Anounymous, 2006. Forestry Plan of District No. 6 of Liresara, Golband. Forests, Range and Watershed Management Organization of Iran, 753p (In Persian).
- Baker, W.L., Flaherty, P.H., Lindemann, J.D., Veblen, T.T., Eisenhart, K.S. and Kulakowski, D.W., 2002. Effect of vegetation on the impact of a severe blowdown in the Southern Rocky Mountains, USA. Forest Ecology and Management, 154:63-75.
- Bonyad, A.A., and Tavankar, F., 2014. Resistance of tree species to snow damage in Nav Asalem forests, Guilan province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 22(3): 496-508 (In Persian).
- Burns, R.M., and Honkala, B.H., 1990. Silvics of north America. Vol. 2. Washington, DC: United States Department of Agriculture, 119p.
- Fakhari, M.A., Babaei, M. and Saeedi Zand, M., 2010. Invetigation on snow damage on plantation in sourdar – Vatashan region (Chamestan, Mazandran). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 18(3): 447- 457 (In Persian).
- Hlásny, T., Křístek, S., Holuša, J., Trombik, J. and Urbaňcová, N., 2011. Snow disturbances in secondary Norway spruce forests in Central Europe: Regression modeling and its implications for forest management. Forest Ecology and Management, 262(12): 2151-2161.

stand. Proceedings from the 7th Interntaional Beech Symposium: Improvemenet and Silviculture of Beech, Tehran, May 10-20, 2004: 69-100.

- Nykanen, M.L., Peltola, H., Quine, C.P., kellomaki, S. and Broadgate, M., 1997. Factors affecting snow damage of trees with particular reference to European conditions. Silva Fennica, 31(2): 193-213.
- Paatalo, M.L. Peltola, H. and Kellomaki, S., 1999. Modeling the risk of snow damage to forests under short-term snow loding. Forest Ecology and Management, 116(1-3): 51-70.
- Peltola, H., Gardiner, B., Kellomaki, S., Kolstrom, T., Lassig, R., Moore, J., Quine, C. and Ruel J.C., 2000. Wind and other abiotic risks to forests. Forest Ecology and Management, 135(1-3): 1-2.
- Richer-Leclerc, C., Arnold, N. and Rioux, J.A., 1994. Growth evaluation of the Norway maple (*Acer platanoides* L.) under different natural temperature regimes. Journal of Environmental Horticulture, 12(4): 203-207.
- Tavankar, F. and Bonyad, A., 2015. Snow damages in related to physiographic factors in Asalem-Nav forests, Guilan province. Journal of Wood and Forest Science and Technology, 22(2): 95-117 (In Persian).
- Zhu, J.J., Li, X.F., Liu, Z.G., Cao, W., Gonda, Y. 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.
- Hurtalova, T.F., Matejika, F., Janous, D., pokorny, R. and Roznovsky, J., 2007. Influence of snow damage on aerodynamic characteristics of spurce stand. Proceedings of International Conference of Bioclimatology and Natural Hazads. Slovakia, Sept. 17-20. 2008: 1-6.
- Jafari, M., 2009. Thunder and storm fluctuations in the Caspian region over the last half century. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 16(4): 583-598 (In Persian).
- Kellogg, W.W., 2019. Climate change and society: consequences of increasing atmospheric carbon dioxide. Routledge, 49p.
- Kilpelainen, A., Gregow, H., Strandman, H., Kellomaki, S., Venalainen, A. and Peltola, H., 2010. Impacts of climate change on the risk of snowinduced forest damage in Finland. Climatic Change, 99(1-2): 193-200.
- Li, X.F., Zhu, J.J., Wang, Q.L., Liu, Z.G., Hou, C.S. and Yang, H.J., 2004. Snow/wind damage in natural secondary forests in Liaodong mountainous regions of Liaoning Province. China Journal of Applied Ecology, 15: 941-946.
- Martiník, A., and Mauer, O., 2012. Snow damage to birch stands in Northern Moravia. Journal of Forest Science, 58(4): 181-192.
- Marvie Mohadjer, M.R., 2005. Silviculture. University of Tehran, Tehran, 387p (In Persian).
- 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.)

Snow damage to tree species and its relationship with environmental variables in the Hyrcanian lowland Forests, Iran

A. Eshagh Nimvari [1], H. Ravanbakhsh [2*], M. Amiri [3] and M. Kianian [4]

1- M.Sc. of Silviculture and Forest Ecology, Department of Forestry, Semnan University, Semnan, Iran
2*- Corresponding author, Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. E-mail: h.ravanbakhsh@rifr-ac.ir
3- Assistant Prof., Department of Science and Environmental Engineering, Semnan University, Semnan, Iran
4- Assistant Prof., Department of Combat Desertification, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Semnan, Iran

Received: 16.11.2019 Accepted: 25.02.2020

Abstract

Among environmental factors, snow is one that is not considered enough in the Hyrcanian forests. There was a heavy snowfall in central Hyrcanian forests in 2016 November which caused serious damages to the forest trees. To consider these damages, 70 sample plots of 40×40 meter were chosen with systematic random method in parcels 609, 629 and 632 in Liresara Forest district in Mazandaran province. In each plot, all damaged and undamaged trees and the form and the properties of damages were considered. According to the results, 9% of trees had been damaged by snow. Amongst the damages, stem breakage and uprooting were the most frequent, whereas bending of stump was the least frequent. The most damages occurred to *Alnus subcordata* (with 22 percent of whole individuals) and *Carpinus betulus*, and *Acer velutinum* and *Diospyros lotus* were slightly damaged. Furthermore, *A. subcordata*, *C. betulus*, *Parrotia persica* and *Quercus castaneifolia* were more severely broken, while *Buxus hyrcana* was more uprooted and *A. cappadocicum* was more bent. The altitude class of lower than 200 meter had significantly the most damages; but slope classes did not show any significant differences. Concerning aspects, it was clarified that the most damages were on northern slopes. Altitude was significantly effective on extent of damage of *A. subcordata* and *C. betulus*, whereas Aspect was effective on *C. betulus*, *A. cappadocicum* and *Tilia begonifolia*. Young trees, grown after shelter cut of decades 1980 and 1990, whose diameter was 15-35 cm, were considerably vulnerable to snow.

Keywords: Breakage, Liresara, temperate deciduous forest, topography, vulnerability.