دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

"مقاله پژوهشی"

تأثیر ویژگی‌های خاک و شرایط توپوگرافی بر بادافتادگی درختان در جنگل‌های چمستان- مازندران

عباس گلپور[۱]، مریم ملاشاهی[۲]، هومن روانبخش[۳] و علیرضا مشکی[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته جنگلداری، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان
۲- استادیار گروه جنگلداری در مناطق خشک، دانشکده کویرشناسی دانشگاه سمنان، (نویسنده مسوول: Maryam.mollashahi@semnan.ac.ir)
۳- استادیار مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۴- استادیار گروه جنگلداری در مناطق خشک، دانشکده کویرشناسی دانشگاه سمنان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۵/۱۹
صفحه: ۹۹ تا ۱۰۸

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: بادافتادگی درختان در جنگل‌های شمال کشور پدیده‌ای بوم‌شناختی است. توده جنگلی در پارسل ۲۲ سری ۱۲ طرح جنگلداری حوضه غرب هراز یکی از مناطقی است که در سال‌های اخیر بادافتادگی در آن شدت یافته است. هدف از تحقیق حاضر بررسی نقش خصوصیات فیزیکو-شیمیایی خاک و عوامل و مشخصه های توپوگرافی (شیب و جهت) پارسل ۲۲ و مقایسه آن با عرصه های مجاور به منظور یافتن متغیرهای محیطی موثر در افزایش میزان رخداد بادافتادگی است.

مواد و روش‌ها: در عرصه مورد مطالعه به‌طور کاملاً تصادفی، تعداد ۱۵ قطعه نمونه ده آری به مرکزیت درختان بادافتاده پیاده شد. جهت بررسی توده، در عرصه‌ای به وسعت ۸۸ هکتار حدود ۴۰۰ اصله درخت بادافتاده به‌طور صددرصد آماربرداری و خصوصیات کمی و کیفی آنها ثبت شد. همچنین ویژگی‌های درختان باد افتاده در شرایط فیزیوگرافی مختلف (شیب و جهات مختلف) و ویژگی‌های خاک (چگالی ظاهری بافت خاک، رطوبت خاک، هدایت الکتریکی، نسبت کربن به نیتروژن و نیتروژن کل خاک) با برداشت نمونه از این پارسل و پارسل مجاور (بدون وقوع بادافتادگی) به‌عنوان شاهد بررسی شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج به‌دست آمده، بیشتر آسیب درختان در این عرصه از نوع ریشه‌کنی بود و درختان بادافتاده در اراضی مسطح بیشتر از اراضی شیب‌دار بودند. بیشترین درصد بادافتادگی درختان در شیب صفر و پنج درصد بوده و ۶۷ ٪ درختان ریشه‌کن‌شده نیز در این بخش بودند. همچنین بیشترین سهم درختان بادافتاده متعلق به گونه انجیلی (۴۷ ٪) و کمترین آن متعلق به دو گونه توسکا و افرا (کمتر از ۵٪) بود. نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که میزان رطوبت خاک در خاک منطقه درختان بادافتاده به‌طور معنی‌داری (در سطح ۹۵ درصد) بیش از منطقه شاهد بود. هم چنین گونه *Carex acutiformi* در توده یادافتاده درصد حضور را به خود اختصاص داده بود در صورتی که در توده شاهد این گونه مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد که احداث آب‌بندان در بالادست باعث تغییر میزان رطوبت خاک و افزایش حساسیت گونه‌هایی چون انجیلی به باد شده است. دراین‌میان، مقاومت گونه‌های جنگلی نیز در مواجهه با تغییرات رطوبتِ پایدار خاک و وقوع بادهای شدید متفاوت بوده است؛ به صورتی که گونه‌های رطوبت پسندی چون افرا و توسکا (به دلیل رطوبت پسند بودن و عدم حساسیت به افزایش رطوبت خاک) شدت بادافتادگی کمتری را نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: جهت شیب، رطوبت خاک، شیب، ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی خاک، هیرکانی

مقدمه

در بوم‌سامانه‌های طبیعی عوامل مختلفی از جمله طوفان، برف و یخبندان و آتش‌سوزی منجر به شکسته یا ریشه‌کن شدن درختان می‌گردد که در این میان باد به‌عنوان متداولترین دلیل این نوع آشفتگی معرفی شده است. بررسی‌های انجام شده حاکی از آن است که با تغییرات اقلیمی موجود، وقوع باد و طوفان در آینده بیشتر خواهد شد (۳۴). در منطقه خزری نیز تعداد وقوع و شدت طوفان و بادهای شدید نسبت به چند دهه قبل افزایش صعودی داشته است. مهمترین دلیل آن تغییر در رژیم بارندگی و دمایی است که از آن به‌عنوان تغییر اقلیم یاد می‌شود (۱۹). بدون شک وقوع طوفان و بادهای شدید در منطقه خزری، به‌عنوان یک رخداد طبیعی، می‌تواند ساختار طبیعی جنگل‌های شمال را دستخوش تغییر نماید (۷). این در حالی است که وقوع بادافتادگی درختان و ریشه‌کن شدن آنها در مناطق زیادی از جنگل‌های شمال ایران مشاهده و در پژوهش‌های اندکی مورد توجه قرار گرفته است (۲۵،۱۷،۱۵). ولی بسیاری از این آشفتگی‌ها نه تنها گزارش نشده بلکه مورد تحقیق نیز قرار نگرفته‌اند. طبق نظر اکولوژیست‌ها، جنگل‌ها به طور ذاتی دارای پویایی قابل ملاحظه‌ایی در بعد زمان و مکان هستند و فرآیندهای توالی، تغییرات اندکی در طول زمان در آنها ایجاد می‌کنند. اما در صورتی که همین جنگل‌ها در معرض اتفاقات و حوادث طبیعی قرار بگیرند تغییرات زیادی در آنها پدید می‌آید (۳۶). طوفان در جنگل‌ها از نظر نوع، شدت و دوره متغیر بوده و اثر آنها از سطح برگ درختان تا تغییر در ساختار یک حوضه آبخیز متنوع است (۴). بدون شک برخی از عوامل زیستی و غیرزیستی می‌تواند مسبب افزایش شدت اثرات طوفان بر درختان جنگلی شوند که از آن جمله می‌توان به خشکسالی، دمای زیاد، سطح ایستابی زمین و زمین لغزش به عنوان عوامل غیرزیستی و نوع ریشه‌دوانی و بیماری و ضعف فیزیولوژیک درختان به‌عنوان عوامل زیستی اشاره کرد (۱۲). البته شایان ذکر است که وضعیت توپوگرافی یک منطقه جنگلی نیز تاثیر بسزایی در بادافتادگی درختان دارد. بنابراین می‌توان گفت که بررسی الگوی خسارت ناشی از باد که از آن به بادافتادگی یاد می‌شود بسیار پیچیده است چرا که این الگو ماحصل تقابل طوفان و باد، عوامل توپوگرافی، خاکی و زیستی است (۳۳).

خسارت باد در جنگل‌های کوهستانی به‌عنوان یک مشکل اساسی مطرح است (۲۸) و نه تنها بر کمیت و کیفیت چوب اثر می‌گذارد بلکه اکوسیستم را به سمت آشفتگی اکولوژیکی سوق می‌دهد (۳۹). در رابطه با بادافتادگی و ریشه‌کن شدن

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.14.9]
[DOI: 10.52547/ifej.10.19.99]

درختان در جنگل مطالعاتی انجام شده (۳۵،۳۲،۶) ولی اکثر مطالعات بر جنگل‌های دست‌کاشت متمرکز شده و بیشتر تاثیرات بادافتادگی بر کاهش تولید چوب مدنظر قرار گرفته است ولی در مورد جنگل‌های طبیعی اطلاعات اندکی در اختیار است (۳۹).

بادافتادگی درختان مسن و فرتوت در جنگل‌های کوهستانی شمال کشور به‌عنوان یک پدیده اکولوژیک مطرح است به طوری که در راشستان‌ها به‌عنوان یک رخداد تیپیک قابل مشاهده است (۱۷). عواملی چون ساختار و ترکیب توده (ارتفاع درختان، سن، نوع گونه) و نیز شرایط رویشگاهی (عمق و رطوبت خاک، توپوگرافی و عملیات جنگلداری) و نیز شدت و زمان باد بر میزان بادافتادگی موثر هستند (۱۱). اما گاهی اوقات شدت و وفور بادافتادگی در برخی از رویشگاه‌ها به دلایل دیگری تشدید می‌شود لذا می‌توان با انجام مطالعات جامع و کامل به درک و شناخت این پرداخت. شناخت تغییرات رطوبت به دلیل مرتبط بودن آن با خصوصیات هیدرولوژیکی، بوم‌شناختی و فیزیوگرافی ناحیه رویشگاهی یکی از جمله مسائلی است که باید مد نظر قرار گیرد(۴).

طبق اطلاعات موجود و بازدیدهای زمینی مشخص شد که در پارسل ۲۲ سری ۱۲ طرح جنگلداری حوضه غرب هراز- شهر چمستان شدت بادافتادگی و ریشه‌کن‌شدن درختان جنگلی در سال‌های اخیر به‌طور قابل ملاحظه ای افزایش داشته است. درحالیکه در پارسل‌های نزدیک با شرایط توپوگرافی و پوشش گیاهی مشابه، چنین وضعیتی مشاهده نمی‌شود. هدف از این تحقیق بررسی نقش خصوصیات فیزیکو-شیمیایی خاک و عوامل و مشخصه‌های توپوگرافی (شیب و جهت) پارسل ۲۲ و مقایسه آن با عرصه‌های مجاور به منظور یافتن متغیرهای محیطی موثر در افزایش میزان رخداد بادافتادگی بوده‌است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بخشی از جنگل‌های واقع در منطقه چمستان در فاصله ۱۰ کیلومتری شرق شهرستان نور از استان مازندران از طرح‌های جنگلداری حوضه ی غرب هراز، سری ۱۲، حوضه شماره ۵۱ می‌باشد. منطقه در طول جغرافیایی ۶۰۲۶۶۱ و عرض جغرافیایی ۴۰۳۳۰۹۲ واقع شده است. حداقل و حداکثر ارتفاع محدوده مورد تحقیق ۲۰۰ تا ۲۵۰ متر از سطح دریا است. توده مورد مطالعه یک جنگل جلگه ای بوده که عمدتا متشکل از تیپ آمیخته انجیلی-ممرز به همراه بلندمازو و تک پایه‌های کلهو، توت، شیردار، توسکا، اوجا و لرگ است. پدیده بادافتادگی در آذر ماه سال ۱۳۹۴ اتفاق افتاده است. بنابر آمار ایستگاه هواشناسی چمستان، بیشترین سرعت باد در زمان موردنظر ۱۰۸ کیلومتر بر ساعت گزارش شده است.



شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه و موقعیت پارسل ۲۲ (۳)
Figure 1. Studied area map and position of section 22 (3)

آماربرداری از درختان بادافتاده

در عرصه مورد مطالعه به‌طور کاملا تصادفی، تعداد ۱۵ قطعه نمونه ۱۰ آری به مرکزیت درختان بادافتاده پیاده شد (۵) و در مجموع ۴۰۰ اصله درخت بادافتاده آماربرداری شد. برای تمامی درختان ریشه‌کن شده، بادافتاده ضمن ثبت موقعیت مکانی، مشخصه‌های کمی و کیفی شامل نوع گونه، وضعیت باد افتادگی (ریشه‌کن‌شده یا شکسته شدن تنه)، قطر برابرسینه و ارتفاع، ارتفاع محل شکستگی تنه، شیب و جهت دامنه با بکارگیری خط کش دوبازو، شیب سنج سونتو و قطب نما ثبت شد. برای محاسبه حجم از رابطه ۱ استفاده شد.

$$V= h\times d^2\times 0.4 \qquad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن v حجم درختان بر حسب متر مکعب، h ارتفاع بر

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.14.9]
[DOI: 10.52547/ifej.10.19.99]

حسب متر و d قطر برابرسینه بر حسب متر می‌باشد (۳۹). هم چنین گونه‌های علفی موجود در دو منطقه مورد بررسی قرار گرفت. شناسایی گونه ها با استفاده از فلور ایران و توسط کادر پژوهش انجام شد(۲). داده‌های پوشش گیاهی کف براساس مقیاس فراوانی-چیرگی براون بلانکه (۸) در ۲۰ میکروپلات یک مترمربعی در قطعه بادافتاده و ۲۰ میکروپلات یک متر مربعی در قطعه شاهد ثبت شدند.

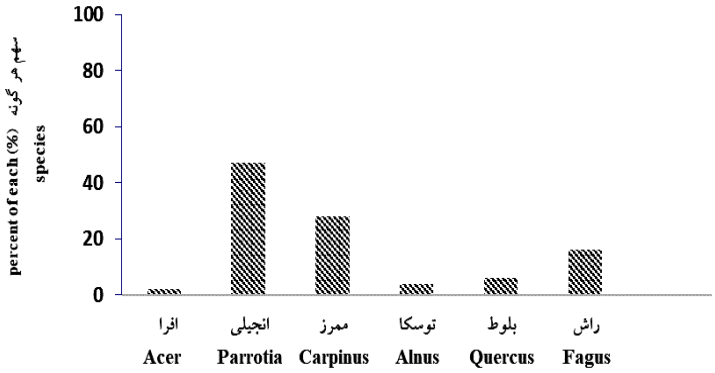
مطالعات خاک‌شناسی

در هر قطعه نمونه، سه نمونه تصادفی از عمق ۳۰ سانتی‌متری جمع‌آوری و با یکدیگر برای بدست آمدن نمونه همگن مخلوط شدند. همچنین توده مجاور که از لحاظ توپوگرافی و اجتماع گیاهی مشابه توده بادافتاده بوده اما بادافتادگی قابل توجه در آن رخ نداده بود، به عنوان شاهد انتخاب شد و شش نمونه همگن خاک نیز مطابق با روش فوق از پلات‌های شاهد به‌صورت تصادفی تهیه شد (۶). نمونه‌های لازم برای اندازه گیری رطوبت خاک در داخل پلاستیک‌های در بسته به آزمایشگاه خاکشناسی دانشکده کویر شناسی دانشگاه سمنان منتقل شده و بلافاصله رطوبت آنها اندازه گیری گردید. سایر نمونه‌ها نیز پس از خشک کردن و عبور از الک ۲ میلی‌متری، ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی آنها تعیین شد. تعیین بافت خاک به روش هیدرومتری (۱۰)، جرم مخصوص ظاهری به روش کلوخه (۱۶) درصد رطوبت به روش استاندارد (وزنی) و بر حسب درصد اندازه گیری شد (۱۰). اسیدیته خاک با استفاده از گل اشباع و دستگاه pH متر و همچنین میزان هدایت الکتریکی با استفاده از عصاره گل اشباع و دستگاه ECمتر اندازه‌گیری شد (۱۹). میزان کربن آلی با روش والکلی بلاک (درصد ماده آلی حاصل‌ضرب درصد کربن در عدد ۱/۷۲(۱))، نیتروژن کل خاک با دستگاه کجلدال اندازه‌گیری شد (۱۰). به‌منظور درک تفاوت میان توده‌های بادافتاده با توده شاهد از لحاظ ویژگی‌های فیزیکو-شیمیایی خاک از آزمون تی مستقل استفاده شد. برای مقایسه تعداد، میزان شکستگی، ارتفاع، قطر برابر سینه و حجم درختان باد افتاده از تجزیه واریانس یک طرفه و در ادامه از آزمون مقایسه گروهی میانگین‌های توکی استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری در محیط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام شد.

نتایج و بحث

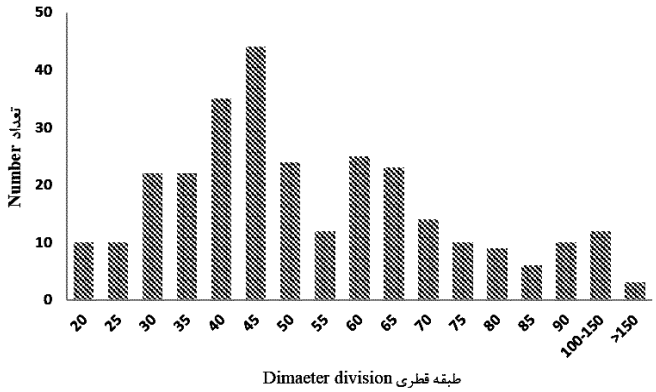
مشخصات کمی و کیفی درختان بادافتاده

نتایج نشان داد که بیشترین درصد بادافتادگی مربوط به درختان انجیلی بود (۴۷٪ کل درختان بادافتاده). پس از آن، گونه‌های ممرز و راش به ترتیب با ۲۷ و ۱۸ درصد دارای بیشترین سهم بودند. کمترین درصد درختان بادافتاده متعلق به گونه‌های افرا و توسکا بود (شکل ۲). از مجموع درختان بررسی شده، ۶۵٪ ریشه‌کن‌شده و مابقی دارای شکستگی بالای ۲ متر (۲۰٪) و زیر ۲ متر (۱۵٪) بودند (شکل ۳). میانگین ارتفاع درختان بادافتاده به تفکیک هر گونه در شکل ۴ ارائه شده است. این میزان برای درختان بلندمازو و راش به ترتیب ۳۵ و ۲۷ متر و برای درختان انجیلی و افرا ۱۵ متر بوده است. کمترین ارتفاع درختان بادافتاده متعلق به گونه ممرز بود. بلوط‌های باد افتاده بین ۱۰۰ تا ۱۲۰ سانتی متر قطر برابر سینه داشتند (شکل ۵). قطر راش و ممرزهای بادافتاده ۶۰ سانتی‌متر بود در حالی که در رابطه با سایر گونه‌ها قطر کمتر از ۴۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد که کمترین قطر در درختان بادافتاده متعلق به گونه افرا بود. بیشترین حجم محاسبه شده درختان بادافتاده متعلق به گونه بلندمازو و بعد از آن راش بود (شکل ۶).

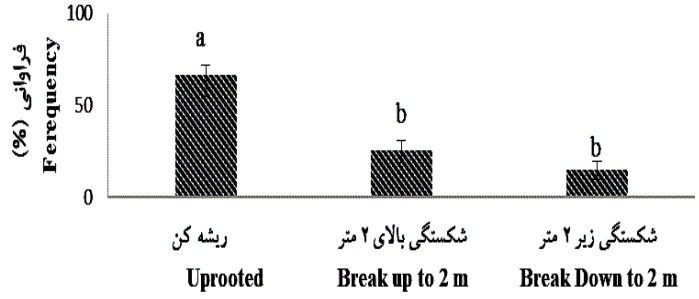


شکل ۲- سهم درختان بادافتاده در توده مورد مطالعه به تفکیک هر گونه
Figure 2. Ratio of wind throws trees in studied stand separately for each species

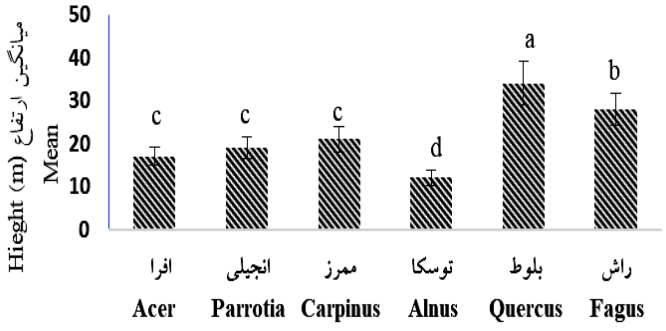
[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.14.9]
[DOI: 10.52547/ifej.10.19.99]



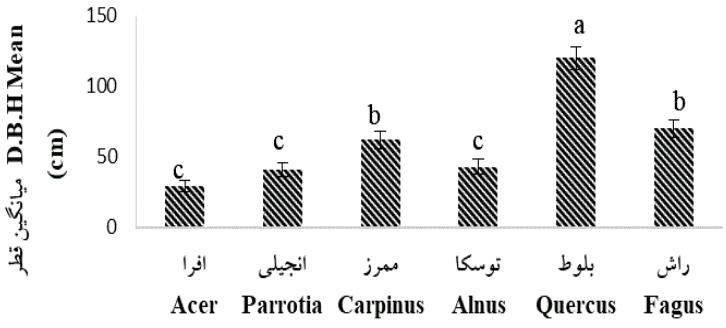
شکل ۳- تعداد درختان بادافتاده در هر یک از طبقات قطری
Figure 3. Number of windthrow trees on Diameter division



شکل۴- وضعیت درختان بادافتاده در توده مورد مطالعه
Figure 4. Wind throws condition in studied stand

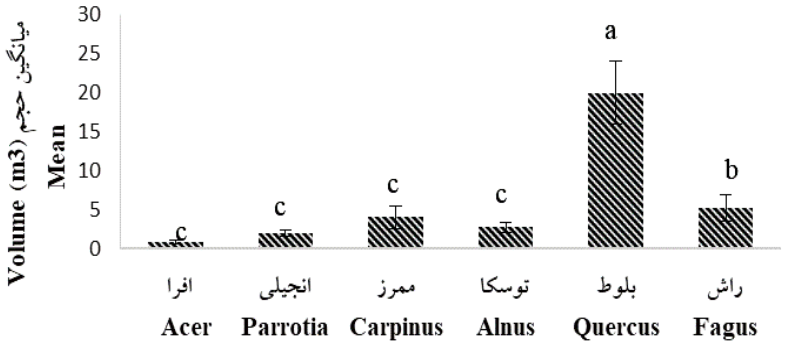


شکل ۵- میانگین ارتفاع درختان بادافتاده در توده مورد مطالعه
Figure 5. Mean height of win throw trees in studied stand

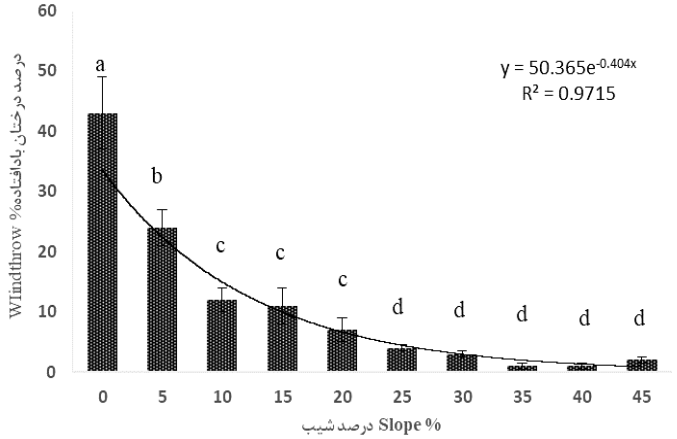


شکل ۶- میانگین قطر برابر سینه درختان بادافتاده در توده مورد مطالعه
Figure 6. Mean DBH of wind throws trees in studied stand

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.14.9]
[DOI: 10.52547/ifej.10.19.99]



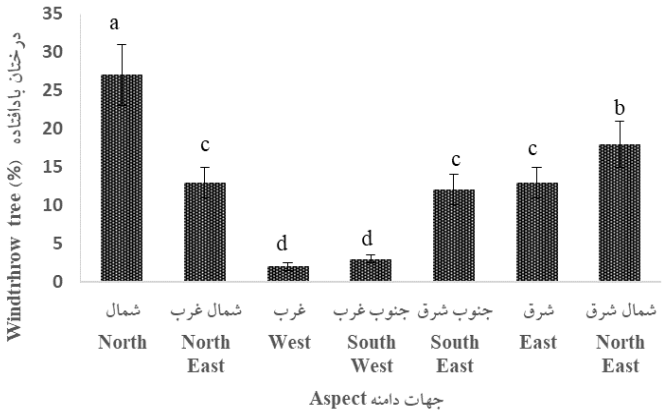
شکل ۷- میانگین حجم درختان بادافتاده در توده مورد مطالعه
Figure 7. Mean volume of wind throws in studied stand



شکل ۸- درصد درختان بادافتاده در منطقه مورد مطالعه در شیب‌های مختلف
Figure 8. Percent of wind throw trees in different slope of studied area

بادافتادگی در ارتباط با شرایط توپوگرافی

نتایج نشان داد بیشترین درختان بادافتاده در عرصه‌های مسطح با شیب صفر بوده است (۴۳٪). با افزایش شیب میزان درختان بادافتاده کاهش یافته به‌طوری که در شیب‌های بیشتر از ۳۰٪ میزان بادافتادگی بسیار ناچیز بود (شکل ۸). ضریب تبیین این دو پارامتر ۰/۹۷ بدست آمده است.



شکل ۹- وضعیت درصد درختان باد افتاده در جهت‌های مختلف دامنه
Figure 9. Percent of wind throw in different aspects

حداکثر بادافتادگی در دامنه‌های شمالی (۲۷٪) و شمال‌شرق (۱۸٪) اتفاق افتاده و از طرف دیگر کمترین میزان درختان بادافتاده به ترتیب در دامنه‌های غرب (۲٪) و جنوب غرب (۳٪) ثبت شده است (شکل ۸). در سایر جهات دامنه به نسبت مساوی و حدود ۱۲ تا ۱۳درصد بادافتادگی‌ها ثبت شد.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.14.9]
[DOI: 10.52547/ifej.10.19.99]





شکل ۱۰- نمایی از درختان باد افتاده در منطقه
Figure 10. Wind thrown trees in stand

مقایسه ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک در توده بادافتاده و شاهد

تجزیه و تحلیل آماری مشخصه‌های خاک بیانگر آنست که از بین عوامل مختلف مورد بررسی تنها مشخصه درصد رطوبت اشباع در رویشگاه‌های مختلف دارای تفاوت آماری معنی‌داری است. بیشترین مقادیر درصد رطوبت اشباع خاک به توده باد افتاده (۶۱/۴۷ درصد) اختصاص داشت در حالی که توده شاهد مقادیر پایین تری را نشان داد (۴۷/۵۹ درصد).

جدول ۱- مقایسه ویژگی‌های فیزیکو-شیمیایی خاک در دو توده بادافتاده و شاهد
Table 1. Comparison of soil physic-chemical characteristics in two wind throw and control stands

	چگالی ظاهری ρ (g/cm3)	شن٪	رس ٪	سیلت ٪	pH
منطقه باد افتاده	۰/۸۷ (۰/۰۷)	۵۰ (۶/۱)	۲۳ (۲/۵)	۲۷ (۶/۳)	۵/۷ (۰/۸۷)
منطقه شاهد	۰/۹۴ (۰/۰۵)	۵۶ (۳/۲)	۱۸ (۲/۹)	۲۶ (۵/۵)	۵/۴ (۰/۵۴)
معنی‌داری	۰/۲	۰/۲	۰/۳	۰/۴۳	۰/۲۸
	رطوبت اشباع خاک	کربن آلیOM	هدایت الکتریکی(ds/m)	C/N	نیتروژن کل ٪
منطقه باد افتاده	۶۱/۴۷ (۶/۶)	۲/۴ (۰/۳۳)	۰/۴۸ (۰/۱۰)	۹ (۰/۷۵)	۰/۲۷ (۰/۰۲)
منطقه شاهد	۴۷/۵۹ (۴/۵)	۲ (۰/۵۲)	۰/۷۰ (۰/۱۳)	۱۰ (۱/۲)	۰/۲۰ (۰/۰۳)
معنی‌داری	۰/۰۰	۰/۴۱	۰/۱۲	۰/۶	۰/۱۹

مقایسه ترکیب گونه‌های گیاهی اشکوب کف جنگل

جدول ۲ لیست گونه‌های علفی کف را در دو توده شاهد و بادافتاده نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود تفاوت‌هایی در بین درصد حضور گونه‌های علفی وجود دارد که حاکی از تغییرات محیطی است.

جدول ۲- ترکیب گونه‌های علفی کف در توده‌های بادافتاده و شاهد جنگل مورد مطالعه*
Table 2. Composition of herbaceous species in wind throw and control stands of the studied forest

خانواده	نام گونه	فرم رویشی**	ناحیه رویشی***	توده شاهد	توده بادافتاده
Cyperaceae	*Carex acutiformis* Ehrh.	Hem	ES	۰	۴/۴۷
Rosaceae	*Rubus caesius* L.	Pha	ES, IT	۱/۱	۳/۲
Pteridaceae	*Pteris cretica* L.	Cry	ES, M	۰/۵۷	۰/۷۰
Rubiaceae	*Asperula odarota* L.	Hem	Hy	۰/۴	۲/۳۷
Asteraceae	*Conyza bonariensis* L.	Th	Cosm	۰/۵۲	۰/۹۵
Lamiaceae	*Lamium album* L.	Hem	ES, IT	۰/۵۲	۱/۳۸
Poaceae	*Oplismenus undulatifolius* (Ard.) Roem. & Schult..	Hem	ES	۱/۵۷	۰/۷۷
Violaceae	*Viola odarota* L.	Hem	ES-M	۴/۵۷	۲/۴۷
Rosaceae	*Ruscus hyrcanus* Woronow	Pha	IT	۱/۹۵	۲/۵۷
Aspleniaceae	*Phyllitis scolopendrium* (L.) Newman	Cry	PL	۱/۷۵	۱/۷۵
Solanaceae	*Solanum kieseritzkii* C.A. Mey..	Cha	ES	۰/۶۵	۲/۶۲
Berberidaceae	*Epimedium pinnatum* Fisch. ex DC.	He	Hy	۰/۳۵	۰/۵۲
Asparagaceae	*Danae racemosa* L.	Pha	ES	۰/۲۷	۰/۴۲
Araliaceae	*Hedera pastuchovii* Woronow.	Pha	ES	۰/۱۲	۱/۰۵
Adoxaceae	*Sambucus ebulus* L.	Hem	PL	۰	۰/۶۲
Poaceae	*Brachypodium pinnatum* L.	Hem	PL	۰	۰/۳
Hypericaceae	*Hypericum ondrosaemum* L.	Hem	ES	۰/۵۷	۰/۳
Equisetaceae	*Equisetum ramosissimum* Desf.	Cry	IT, ES, M	۰/۸۵	۰
Euphorbiaceae	*Euphorbia amygdaloides* L.	Hem	ES-M	۰/۸۲	۰/۷۷
Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum* L.	Cry	Cosm	۰/۷۷	۰/۸۵
Primulaceae	*Cyclamen coum* Mill.	Cry	ES	۰	۰/۸۲
Primulaceae	*Primula heterochroma* L.	Hem	ES, IT	۰/۳۵	۰/۷۷

*: متوسط فراوانی-چیرگی براون بلانکه در قطعات نمونه هر گروه؛ **فرم رویشی: Pha فانروفیت، Hem: همی کریپتوفیت، Cry: کریپتوفیت
***: ناحیه رویشی:Hy : هیرکانی، ES: اروپا-سیبری، M: مدیترانه ایی، IT: ایران و تورانی، PL: چندناحیه ایی، Cosm: جهان وطنی

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.14.9]
[DOI: 10.52547/ifej.10.19.99]

در بین عوامل آشفتگی، باد یکی از مهم‌ترین عواملی است که توده جنگلی را تحت تاثیر قرار می‌دهد و سبب شکستگی یا ریشه‌کنی درختان می‌شود. پژوهشگرانی از قبیل زیبیگ و همکاران (۳۷)، پاپایک و کانهام (۲۷) عامل اکولوژیکی باد را به عنوان عامل اصلی آشفتگی در جنگل نام برده‌اند. پراکنش درختان باد افتاده در عرصه‌های جنگلی بر حسب اتفاق و تصادفی نیست بلکه متاثر از سنگ مادری، ویژگی‌های خاک و سیستم ریشه‌دوانی است (۳۱). طبق نظر محققین، اکوسیستم‌هایی با خاک‌های آلی یا معدنی خیس و مرطوب (سطح ایستابی بالا) و یا خاک‌های صخره‌ای مستعد بادافتادگی درختان هستند (۳۰). تحقیق حاضر نشان داد که درختان بادافتاده عموما در اراضی کم شیب پراکنش داشته و خاک عرصه درختان بادافتاده ظرفیت رطوبت اشباع بیشتری دارد. از سوی دیگر، بررسی‌ها نشان داد که سهم درختان ریشه‌کن بیش از درختان شکسته از تنه بوده است. لذا به نظر می‌رسد تغییراتی در وضعیت خاک و سیستم ریشه‌ای درختان به ویژه در اراضی کم شیب، باعث آشفتگی موردنظر شده است. بنابر مشاهدات میدانی، در بالادست پارسل مورد مطالعه، آب بندانی احداث شده و بخشی از جنگل های مجاور آن نیز تخریب شده است. زهکش رطوبت آب‌بند به سمت پارسل مورد نظر، بهم خوردن تعادل رطوبتی محیط و در پی آن تغییر در میزان رطوبت خاک به واسطه بالا آمدن سطح ایستابی را می توان یکی از دلایل حساسیت رویشگاه مورد مطالعه به بادافتادگی دانست که باعث کاهش استحکام خاک، کاهش استحکام ریشه ای و پوسیدگی ریشه ها شده‌است . همچنین درصد درختان بادافتاده در اراضی مسطح و کم شیب با زهکش کمتر و امکان ایستایی آب، بیشتر از اراضی پرشیب‌تر بودند که تایید کننده اثر تغییرات رطوبتی خاک بر بادافتادگی درختان است.

بنابر یافته‌های این پژوهش، بیشتر درختان بادافتاده (حدود ۴۷٪) متعلق به گونه انجیلی و کمترین درختان بادافتاده متعلق به گونه‌های افرا و توسکا بود. همچنین ریشه کنی در گونه توسکا مشاهده نشد و درختان آسیب دیده این گونه دچار شکستگی تنه بوده‌اند. مقاومت و حساسیت به آشفتگی بادافتادگی بسته به نوع گونه متفاوت بوده و سرشت گونه‌ها بسیار با اهمیت است. طبق نظر پترسون (۲۹) خصوصیات درختان از جمله نیاز آبی و سیستم ریشه دوانی آنها در بادافتادگی موثر است. در این تحقیق نیز مشخص گردید که دو گونه افرا و توسکا که بردباری بیشتری به خاک‌های مرطوب و پرآب دارند (۲۴) بعد از تغییرات رطوبتی خاک عرصه نسبت به وزش بادهای شدید حساسیت کمتری داشته اند اما این شرایط خاک برای انجیلی و ممرز مناسب نبوده و حذف تدریجی آنها از توده آغاز شده است. از سوی دیگر طبق نظر خاکپور و همکاران (۲۰) ریشه دوانی انجیلی سطحی است و این امر نیز مزید بر علت شده است. گونه راش از لحاظ میزان بادافتادگی در حد متوسط بوده است. رویشگاه مورد مطالعه حد پایین رویشگاه راش بوده و تراکم این درخت در منطقه محدود است. به عقیده کوچ و همکاران (۲۲) تراکم درختان ریشه‌کن‌شده راش در ارتفاعات بالا بیشتر از گونه‌های دیگر می‌باشد. در میان درختان بادافتاده قطور و مرتفع، راش و بلندمازو بیشترین سهم را داشته اند. قاسمی و همکاران (۱۳) بیان کردند که بیشترین تراکم طولی و حجمی ریشه بلوط در عمق ۰ تا ۱۵ سانتی متری خاک قرار دارد. لذا افتادن پایه‌های مرتفع و قطور راش و بلوط در این تحقیق به دلیل کاهش استحکام ریشه‌ایی منطقی به نظر می‌رسد. هم چنین کوچ و همکاران(۲۲) نشان دادند که بادافتادگی در قطرهای بالا به ترتیب، در گونه راش، ممرز، انجیلی و افرا است که از این نظر با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد.

از جمله اثرات تغییر رطوبت خاک که در دو توده بادافتاده و شاهد مشاهده شد تفاوت درصد حضور گونه رطوبت پسند *Carex acutiformi* بود. این گونه در منطقه بادافتاده ۴/۴۷ درصد گونه‌های علفی کف را در بر گرفته در حالی که در منطقه شاهد دیده نشد. کوچ و همکاران (۲۱) بیان کردند که در توده های بادافتاده نسبت به زیر تاج پوشش بسته، درصد حضور گونه‌های علفی همانند *Carex acutiformi, Petris cretica, Sambucus ebulus, Rubus caesius, Oplismenus undulatifolis* افزایش یافته است. در تحقیق حاضر گونه *Rubus caesius* در توده شاهد تنها ۱ درصد پوشش را به خود اختصاص داده است در حالی که در توده بادافتاده در پی باز شدن توده در اثر بادافتادگی درصد حضور این گونه به ۳۲ درصد افزایش یافته است. در این راستا مولایی و همکاران نیز (۲۶) به نتایج مشابهی دست یافتند.

در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد که احداث آب‌بندان در بالادست باعث تغییر میران رطوبت خاک و افزایش حساسیت گونه‌هایی چون انجیلی به باد شده است. در این میان مقاومت گونه‌های جنگلی نیز در مواجهه با تغییرات رطوبتی پایدار خاک و وقوع بادهای شدید متفاوت بوده است به‌صورتی که گونه‌های رطوبت پسندی چون افرا و توسکا (به دلیل رطوبت پسند بودن و عدم حساسیت به افزایش رطوبت خاک) شدت بادافتادگی کمتری را نشان دادند.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.14.9]
[DOI: 10.52547/ifej.10.19.99]

منابع

1. Allison, L.E. 1972. Organic carbon. In: Black, C.A. D.D. Evans, J.L. White, L.E. Ensminger, and F.E Clark (Eds.), Methods of soil analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties. 1367 pp, American Society of Agronomy, Madison. USA.
2. Aazami, A., A. Hosseni and J. Hoseianzadeh. 2018. The Effect of Depth and Aspect on Soil Moisture in Dieback Affected Oak Forests (Case study: Melehsiah Forest, Ilam Province). Ecology of Iranian Forests, 6(11): 41-50.
3. Anonymous. 2013. Eshteroush Forest Management Plan, Forests, Range and Watershed Management Organization Press. 250 pp (In Persian).
4. Attiwill, P.M. 1994. The disturbance of forest ecosystems-the ecological basis for conservative management. Forest Ecology and Management, 63: 247-300.
5. Bagheri, R. 2010. Relationship between winds throws trees and topographic characteristics, stand structure in two series of Shast kolateh forest of Gorgan, Master of Science thesis, Grogan University, Iran. 157 p (In Persian).
6. Baker, W.L., P.H. Flaherty, J.D. Lindemann, T.T. Veblen, K.S. Eisenhart and D.W. Kulakowski, 2002. Effect of vegetation on the impact of a severe blowdown in the southern Rocky Mountains, USA. Ecological Management, 168: 63-75.
7. Bayat, M., S.K. Hamidi and M.H. Sadeghzadeh. 2019. Investigation some of the Biotic and Abiotic Variables Effective on the Diameter Increment of the Beech Trees at Fixed Sample Plots Level by Growth Models. Ecology of Iranian Forests, 7(13): 91-99 (In Persian).
8. Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie, grundzuge der vegetationskunde (3rd ed.) New York: Springer. 607 pp.
9. Bremner, J.M. and C.S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. In: Page, A.L. Miller, R.H. Keeney, R.R. (Eds.) Methods of soil analysis, Part 2. Second ed. American Society of Agronomy, Madison, WI, 8: 595-624.
10. Burt, R. 2004. Soil survey laboratory methods manual, United State Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service. Soil survey investigations report, 42(40).
11. Coates, K.D., E.C. Hall and C.D. Canham. 2018. Susceptibility of Trees to Windthrow Storm Damage in Partially Harvested Complex-Structured Multi-Species Forests. Forests, 9(199): 1-14.
12. Farina, A. 1998. Principles and Methods in Landscape Ecology. Cambridge: Chapman and Hall. London, 430 pp.
13. Gao, Z.Q. 2005. Determination of soil heat flux in a Tibetan short-grass prairie, Boundary-Layer Meteorology, 114(1): 165-178.
14. Ghasemi Aghbash, F., E. Abdi and M. Zarooni. 2017. Investigation on Root Distribution Pattern of Persian Oak and Hawthorn Species in Order to use in Bioengineering Models (Case Study: Boloran Forests, Kohdasht). Ecology of Iranian Forests, 5(10): 1-10 (In Persian).
15. Habashi, H. 1996. Importance of dead trees in natural forest of *Fagus orientalis* of Vaz region, MSc Thesis, faculty of natural resources and marine science, Tarbiat Modares University, Noor, Iran, 127 pp (In Persian).
16. Haveren, B.P.V. 1983. Soil Bulk Density as Influenced by Grazing Intensity and Soil Type on a Shortgrass Prairie Site. Journal of Range Management, 36: 586.
17. Hajivand, A. 2006. Natural events pattern in *Fagus orientalis* forest, MSc Thesis, Gorgan University, Iran. 67 pp (In Persian).
18. Jafari Haghighi, M. 2004. Method of soil analysis sampling and important physical and chemical analysis with emphasis on theoretical and applied principles. Nedai Zehi publications, 240 pp (In Persian).
19. 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).
20. Khakpour Moghadam, T., M.L. Ghorbanli and Y.A. Sri. 2006. Ecological analysis of unique and endemic species of Parrotia Persica in Noor Forest, sixth conference of basic science, Islamic Azad University of Shahr Rey, young researches Club (In Persian).
21. Kooch, Y., S.M. Hosseini, J. Mohammadi and S.M. Hojjati. 2011. Windthrow Effects on Biodiversity of Natural Forest Ecosystem in Local Scale. Human and Environment Journal, 9(3): 65-76 (In Persian)
22. Kooch, Y., S.M. Hosseini, M. Akbarinia, M. Tabari and S. GH. Jalali. 2010. The role of dead tree in regeneration density of mixed beech stand (case study: Sardabrood forests, Chalous, Mazindaran). Iranian Journal of Forest, 2(2): 93-103 (In Persian).
23. Kooch, Y., S.M. Hosseini, J. Mohammadi and S.M. Hojjati. 2011. Effect of micro topographical change due to uprooted trees on variability soil quality indices. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Isfahan, Water and Soil Science, 58: 271-283 (In Persian).
24. Marvie-Mohajer, M.R. 2006. Silviculture, University of Tehran, Tehran, 387 pp (In Persian).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.14.9]
[DOI: 10.52547/ifej.10.19.99]

25. Mohammad Nejad Kiasari, Sh. and R. Rahmani. 2001. Effect of dead tree on the frequency of natural regeneration in a Beech-Hornbeam Forest (Jamaledinkola, Mazandarn). Iranian Journal of Natural Resources, 54(2): 143-151 (In Persian).
26. Mollaei Darabi, S., Y. Kooch and S.M. Hosseini. 2014. Dynamic of Plant Composition and Regeneration following Windthrow in a Temperate Beech Forest. International Scholarly Research Notices, Article ID 421457, 1-9.
27. 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.
28. Peltola, H., S. Kellomaki, T. Koistrom, R. Lassig, J. Moor, C. Quine and J.C. Ruel. 2000. Wind and other abiotic risks to forests. Forest Ecology and Management, 135: 1-2.
29. Peterson, C.J. 2000. Damage and recovery of tree species after two different tornadoes in the same old growth forest: a comparison of infrequent wind disturbances. Forest Ecology and Management, 135: 237-252.
30. Peterson, C.J. 2007. Consistent influence of tree diameter and species on damage in nine eastern North America tornado blow downs. Forest Ecology and Management, 250: 96-106.
31. Phillips, J.D. 2008. Soil system modelling and generation of field hypotheses. Geoderma, 145: 419-425.
32. Quine, C.P. 2003. Wind-driven gap formation and gap expansion in spruce forest of upland Britain [C]. In: Ruck, B. C. Kottmeier, C. Matteck, C. Quine, and G. Wilhelm, (eds.), Proceedings of the International Conference Wind Effects on Trees. Published by Lab Building Environment Aerodynamics, Institute of Hydrology, University of Karlsruhe, Germany, 101-108 pp.
33. Rebertus, A.J. and T.T. Veblen. 1993. Structure and tree-fall gap dynamics of old-growth Nothofagus forests in Tierra del Fuego, Argentina. Journal of Vegetation Science, 4: 641-654.
34. Schönenberger, W. 2002. Wind throws research after the 1990 storm Vivian in Switzerland: objectives, study sites and projects. Forest Snow Landscape Research, 77: 9-16.
35. 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.
36. Wulder, M. and S. Franklin. 2007. Understanding forest disturbance and spatial pattern: remote sensing and GIS approaches. CRC Press. 246 pp.
37. Zeibig, A., J. Diaci and S. Wagner. 2005. Gap disturbance patterns of a *Fagus sylvatica* virgin forest remnant in the mountain vegetation belt of Slovenia. Snow Landsc. Res, 79(½): 69-80.
38. Zobeiry, M. 2004. Forest Inventory (Measurement of Tree and Stand), Tehran University Press. 401 pp (In Persian).
39. Zhu, J.J., X.F. Li and Z.G. Liu. 2006. Factors affecting the snow and wind induced damage of a montane secondary forest in northeastern China. Silva Fennica, 40(1): 37-51.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.14.9]
[DOI: 10.52547/ifej.10.19.99]

Wind-Thrown Trees Characteristics and Effects of Topographic and Soil Factors on Wind Throw in Chamestan Forest- Mazandaran

Abas Golpour[1], Maryam Mollashahi[2], Hooman Ravanbakhsh[3] and Alireza Moshki[4]

1-Master of science in forestry, Faculty of desert study, Semnan University
2- Assistant professor of forestry in dry land, Faculty of desert study, Semnan University,
(Corresponding Author: Maryam.mollashahi@semnan.ac.ir)
3- Assistant Professor, Forest Research Division, Research institute of forests and Rangeland, Agriculture, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
4- Assistant professor of forestry in dry land, Faculty of desert study, Semnan University
Received: 8 March, 2021 Accepted: 10 August, 2021

Extended Abstract

Introduction and Objective: Windthrow of trees is a common ecological phenomenon in the forests of Hyrcanian region. The forest stands of 22 in series of 12 of Haraz Forest plan is one of the stands with high percent of wind-thrown trees. The purpose of this study is to investigate the role of physico-chemical properties of soil, topographic factors, characteristics (slope and direction) of Parcel 22 and compare it with adjacent areas in order to find environmental variables effective in increasing Windthrow rate.

Material and Methods: In the study area, completely randomly, 15 sample plots (10 Are) were measured in the center of the Windthrow trees. For the investigation of this problem, in an area of 88 hectares, about 400 wind-thrown trees were 100% surveyed and their quantitative and qualitative characteristics were recorded. Furthermore, the characteristics of windthrown trees in different physiographic conditions (i.e., different slopes and aspects) and soil characteristics (i.e., bulk density, texture, EC, carbon: nitrogen ratio and soil total nitrogen) of this stand and near stand (without wind-throw) were investigated.

Results: According to results, most of the damage belong to trees that was uprooted trees and wind throw trees in flat lands were more than steep lands. Most precent of wind throw trees were in slope 0 and 5 % and 67% uprooted trees were in this section. The most uprooted trees were belonging to *Parrotia persica* (44%) while, the lowest uprooted trees were recorded for *Acer velutinum* and *Alnus saubcordata* species (<5%). The results of independent t-test showed that soil moisture content in the soil of windthrow trees was significantly (95 %) higher than the control area. Also, *Carex acutiformi* species includes 4.47% of herbaceous species in the wind throw area, while it was not seen in the control area.

Conclusion: Finally, the results of this study showed that the construction of dams upstream has changed the soil moisture content and increased the sensitivity of species such as *Parrotia persica* to wind. Meanwhile, the resistance of forest species in the face of stable soil moisture changes and the occurrence of strong winds has been different, so that moisture-loving species such as *Acer velutinum* and *Alnus saubcordata* (due to moisture-friendly and insensitive to increase soil moisture) with lower rainfall intensity Showed.

Keywords: Aspect, Hyrcanian, Physic-chemical characteristics of Soil, Slop, Soil Humidity

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.14.9]
[DOI: 10.52547/ifej.10.19.99]