

## تغییرات زی توده روی زمینی درختان حاصل از وقوع آشفته‌گی‌های کوچک در جنگل‌های آمیخته راش (*Fagus orientalis* Lipsky) (بررسی موردی: طرح جنگلداری سوردار- انارستان)

کرمعلی ذبیحی<sup>۱</sup>، اسداله متاجی<sup>۲\*</sup>، ساسان بابایی کفاکی<sup>۳</sup> و رضا اخوان<sup>۴</sup>

- ۱- دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران. (karamali.zabihi@yahoo.com)
- ۲- استاد، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران. (amataji@srbiau.ac.ir)
- ۳- دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران. (S\_babaie@srbiau.ac.ir)
- ۴- دانشیار، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. (akhavan@rifr-ac.ir)

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۸/۱۲

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۲/۱۲

### چکیده

این پژوهش با هدف بررسی ویژگی و مقدار تغییرات زی توده روشن‌سازها در جنگل‌های راش طرح جنگلداری سوردار- انارستان نور انجام شد. بدین منظور عرصه‌ای به مساحت حدود ۱۰۰ هکتار انتخاب و با آماربرداری صددرصد از روشن‌سازها، مشخصه‌های فیزیوگرافی، سطح روشن‌ساز، قطر برابرسینه و ارتفاع درختان روشن‌ساز اندازه‌گیری و سن روشن‌ساز برآورد شد. نتایج نشان داد که زی توده روی زمینی درختان روشن‌ساز با تغییر مشخصه‌های فیزیوگرافی و مساحت تاجی اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد ولی با توجه به نوع گونه، سن روشن‌ساز و نوع آشفته‌گی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. میانگین رتبه زی توده درختان روشن‌ساز در روشن‌سازهای ناشی از باد کمترین و در روشن‌سازهای بهره‌برداری دارای بیشترین مقدار بودند. نتایج نشان داد که بیشتر انواع آشفته‌گی‌ها فقط سبب حذف مقدار اندکی (۰/۴ درصد) از زی توده روی زمینی موجود در جنگل می‌شوند. اثر آشفته‌گی بر روی زادآوری ابتدا اندک به نظر می‌رسد ولی در ادامه اثر چشمگیری بر آن و استمرار جنگل دارد؛ بنابراین با شناخت بهتر آشفته‌گی‌های موجود که مهم‌ترین عوامل آن در منطقه، باد، دیرزیستی و بهره‌برداری بودند، می‌توان به استمرار تولید و پایداری جنگل‌ها کمک کرد.

واژه‌های کلیدی: اختلال، باد، بهره‌برداری، خشکه‌دار، روشن‌ساز.

## مقدمه

به‌طور چشمگیری در روند تجدید مقادیر زی‌توده مذکور مؤثر باشد (Wang *et al.*, 2019). وسعت، فراوانی و توزیع روشن‌های تاجی از نظر زمان و مکان، نقش اساسی در درک ما از پویایی جوامع و فرآیندهای کلیدی به‌ویژه ذخیره زی‌توده دارند (Lobo and Dalling, 2014). آشفته‌گی‌های کوچک به پایداری توده جنگلی کمک می‌کند و در بسیاری از این آشفته‌گی‌ها زادآوری که در زیر تاج‌پوشش محصور بوده فرصت پیدا کرده و آینده جنگل را تضمین می‌کند.

طبقه‌بندی آشفته‌گی‌های جنگل معمولاً بر اساس وسعت مکانی، بزرگی و فراوانی آن انجام می‌شود. بر این اساس آشفته‌گی‌ها در یکی از سه طبقه مقیاس کوچک، متوسط و یا بزرگ قرار می‌گیرند (Hart and Kleinman, 2018). به‌منظور مشخص کردن محدوده آشفته‌گی در هر یک از سه مقیاس فوق و ایجاد تمایز بین آشفته‌گی‌های کوچک و متوسط، روش‌های مختلفی اعمال می‌شود که شایع‌ترین این روش‌ها، ایجاد محدودیت‌هایی در اندازه روشن‌ها است و برای جدا کردن این دو طبقه معمولاً برای هر یک از آنها حدودی را معرفی می‌کنند. به‌طوری‌که Schliemann and Bockheim (2011) حداکثر سطح روشن‌ها را در آشفته‌گی کوچک مقیاس، ۱۰۰۰ مترمربع گزارش کردند و سطوح بین ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ مترمربع را آشفته‌گی متوسط نامیدند، اما به‌دلیل تنوع در ساختار جنگل و ترکیب گونه‌ها تعیین یک شاخص برای ارزیابی سطوح آشفته‌گی‌ها بسیار مشکل است. با توجه به این موضوع Hart and Kleinman (2018) نسبت قطر روشن‌ها به ارتفاع تاج‌پوشش درختان اطراف روشن‌ها (D/H) را به‌عنوان شاخص بهینه برای تیپ‌های مختلف جنگلی پیشنهاد کردند که برای آشفته‌گی‌های

جنگل‌های شمال ایران جزء ذخایر ژنتیکی بیوسفر زمین به شمار می‌روند. این جنگل‌ها عامل مهمی در ذخیره‌سازی کربن بوده و از تنوع زیستی زیادی برخوردارند (Faraji *et al.*, 2015). حفظ و نگهداری این ذخایر ارزشمند نیازمند شناخت بیشتر ویژگی‌های آن است. از مهم‌ترین ویژگی‌های یک جنگل پویا، وجود تغییرات دائمی و مستمر در سیر تحولی آن است که عوامل مختلفی در این تحولات نقش دارند و اثر آشفته‌گی در این تغییرات بسیار قابل توجه است.

روشن‌ها در اثر مرگ‌ومیر یا فقدان تاج‌پوشش حداقل نیمی از یک درخت شکل می‌گیرد (Rukle, 1992) که البته در این شرایط با استقرار گونه‌های جدید و گسترش سطح، تنوع زیستی جنگل افزایش می‌یابد. لازم به ذکر است که حداقل سطح روشن‌ها برای بررسی ۱۰ مترمربع است (Nakashizuka, 1984). بر اساس منابع جنگل‌شناسی مانند Schütz (1990) روشن‌ها در گروه‌های کوچک (مساحت کمتر از ۲۰۰ مترمربع)، متوسط (مساحت ۲۰۰ تا ۵۰۰ مترمربع)، بزرگ (مساحت ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ مترمربع) و خیلی بزرگ (مساحت بیشتر از ۱۰۰۰ مترمربع) طبقه‌بندی می‌شوند. روشن‌ها یکی از مهم‌ترین رویدادهای حاصل از آشفته‌گی در جنگل‌ها هستند که سبب کاهش زی‌توده و حذف تعدادی از درختان جنگل می‌شوند. روشن‌ها در بسیاری از بوم‌سازگان جنگلی به‌صورت یک آشفته‌گی در مقیاس کوچک هستند که اغلب در اثر باد، طوفان، آفات و بیماری‌ها، دیرزیستی و یا عوامل دیگر ایجاد می‌شوند (Kramer *et al.*, 2014). آشفته‌گی‌های طبیعی و غیرطبیعی جنگل، با مرگ‌ومیر و حذف درختان در قالب تشکیل روشن‌ها، اثرهای بسیار بارزی در معماری و ساختار زی‌توده جنگل دارند و این امر با استقرار زادآوری و چرخه بسته شدن روشن‌ها ممکن است

کوچک ۱ و ۱ تا ۲ برای آشفته‌گی متوسط و بیش از ۲ آشفته‌گی بزرگ محسوب می‌شود.

پژوهش‌های مختلفی بر روی زی توده و روشنه در رویشگاه‌های مختلف انجام شده است. پژوهش‌های Vanderwel و همکاران (2013) بر روی تفاوت‌های کمی آشفته‌گی جنگل و اثرهای آن بر پویایی زی توده روی زمینی در جنگل‌های شرق آمریکا نشان دادند که آشفته‌گی‌ها حداقل سبب افزایش چهار برابری مرگ و میر درختان در یک دوره زمانی ۵ ساله شده است. از طرفی (Matějka, 2015) با بررسی تغییرات زی توده گیاهی ناشی از آشفته‌گی در جنگل‌های جمهوری چک دریافت که زی توده روی زمینی در برخی موارد در ارتباط با کاهش تاج پوشش و ایجاد روشنه‌های مختلف در سطح جنگل است و تغییرات زی توده روی زمینی وابسته به ویژگی جمعیت گونه‌ها بوده که می‌تواند بر اساس مکان‌های مختلف افزایش یا کاهش یابد. بر اساس نتایج بررسی Sefidi و همکاران (2011) بر ویژگی‌های ساختاری روشنه‌ها در فاز تشکیل روشنه در جنگل‌های راش گرازین (خیرودکنار نوشهر)، متوسط سطح روشنه‌ها ۲۳۸/۳ مترمربع و میانه آن ۲۱۷/۵ مترمربع برآورد شد. اغلب آشفته‌گی‌های ایجادکننده روشنه در این فاز در مقیاس کوچک و با افتادن دو خشکه‌دار یا بیشتر ایجاد شد. افزایش سطح روشنه به معنای کاهش سطح مقطع برابرسینه و در نتیجه نشانه کاهش زی توده روی زمینی (Above Ground Biomass) و احتمالاً افزایش حضور گونه‌های نورپسند با تراکم چوب کمتر است که منحصراً در روشنه‌های تازه ایجادشده مستقر می‌شوند (Molino and Sabatier, 2001).

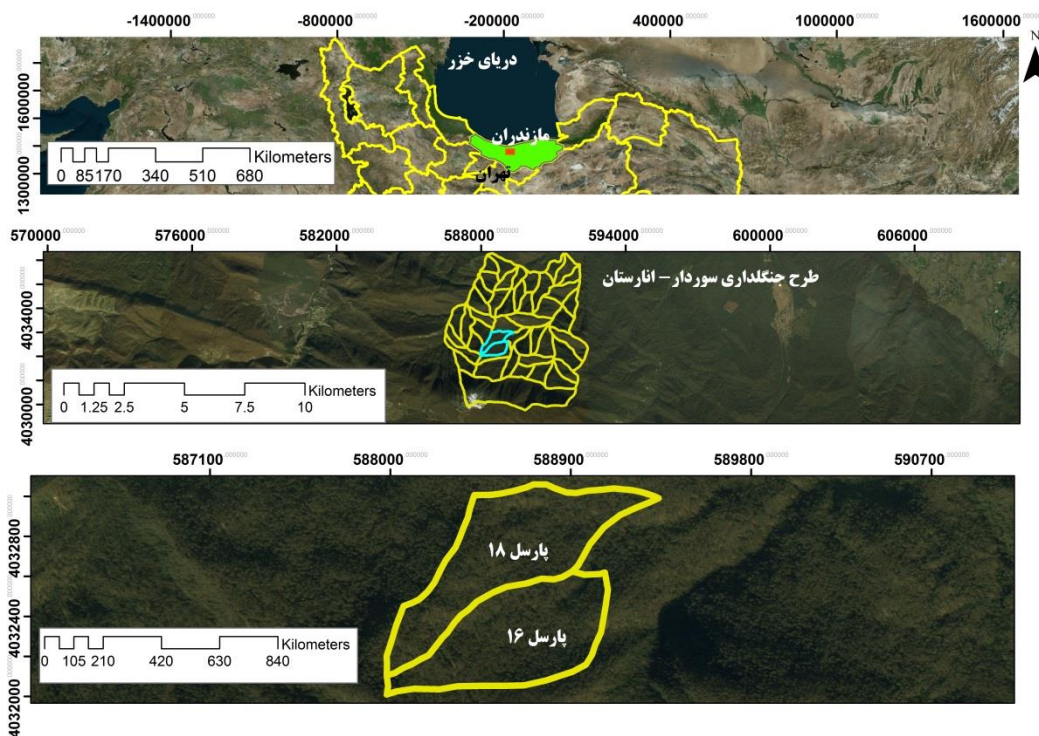
با توجه به این نکته مهم که آشفته‌گی‌ها سبب تغییرات زیاد و متنوع در جنگل می‌شوند، این پژوهش در نظر دارد تا اثرهای آشفته‌گی در جنگل‌های راش

شمال کشور را با توجه به عوامل فیزیوگرافی، گونه، سن و عوامل ایجاد آن، مورد بررسی قرار دهد و در پی دستیابی به پاسخ این پرسش‌هاست: ۱- آشفته‌گی در جنگل‌های مورد بررسی در چه مقیاسی است؟ ۲- درختان روشنه‌ساز در آشفته‌گی‌ها چه مشخصه‌هایی دارند؟ و ۳- آیا مقدار زی توده درختان روشنه‌ساز با نوع آشفته‌گی ارتباط دارد؟ تا با توجه به پاسخ‌های به دست آمده بتوان از آن‌ها در اجرای شیوه‌های جنگل‌شناسی مبتنی بر آشفته‌گی در مدیریت جنگل استفاده کرد.

## مواد و روش‌ها

### ۱- منطقه مورد بررسی

این پژوهش در پارسل‌های ۱۶ (۴۴ هکتار) و ۱۸ (۵۳ هکتار) سری ۲ طرح جنگل‌داری سوردار - انارستان شهرستان نور واقع در حوضه آبخیز شماره ۴۹ جنگل‌های شمال کشور در دو دوره اجرای طرح جنگل‌داری (۱۳۷۶-۱۳۹۶) انجام شد (شکل ۱). مساحت عرصه مورد پژوهش حدود ۱۰۰ هکتار است. حداقل ارتفاع از سطح دریا ۷۰۰ متر و حداکثر آن ۱۲۷۵ متر است که در دامنه شمالی جنگل‌های معروف به سوردار قرار دارد. این جنگل پوشیده از درختان پهن‌برگ خزان‌کننده و یک جنگل آمیخته راش محسوب می‌شود، به طوری که درختان راش به صورت آمیخته با ممرز و گونه‌هایی مانند پلت، شیردار، نم‌دار، زبان‌گنجشک، توسکا و انجیلی پراکنش دارند. بر اساس داده‌های هواشناسی ایستگاه چمستان طی ۱۰ سال گذشته میانگین بارندگی سالانه ۸۵۶/۶ میلی‌متر و بیشینه و کمینه مطلق دما به ترتیب در اواسط مرداد ۳۶/۵ و در دی‌ماه ۱/۶- درجه سانتی‌گراد است (Anonymous, 2005).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی طرح جنگلداری سوردار - انارستان  
Figure 1. Geographical position of forestry plan Sourdar- Anarstan

## ۲- روش پژوهش

شیب در چهار طبقه کمتر از ۲۰، ۲۰-۴۰، ۴۰-۶۰ و بیش از ۶۰ درصد طبقه‌بندی شد و ارتفاع از سطح دریا با توجه به موقعیت منطقه در طبقات ۹۰۰-۷۰۰، ۱۱۰۰-۹۰۰ و ۱۳۰۰-۱۱۰۰ متر طبقه‌بندی شد.

مشخصه‌های قطر برابرسینه (حداقل قطر ۲۵ سانتی‌متر (Runkle, 1986)) و طول تنه درختان روشن‌ساز، عامل آشفستگی (دیرزیستی، بهره‌برداری، باد یا نامشخص) و نوع آسیب‌دیدگی ناشی از باد (ریشه‌کن شدن، شکستگی تنه و شاخه شکسته) اندازه‌گیری و ثبت شد. عوامل آشفستگی با استفاده از جنگل گردشی، با کمک کارشناس ناظر طرح، قرقبان ماهر و تجربه کارشناسان شناسایی شد.

درجه پوسیدگی درختان روشن‌ساز، در چهار کلاس پوسیدگی طبقه‌بندی شد (Aticie et al., 2008).

ابتدا از مرز جنوبی پارسل‌ها موازی با خطوط تراز حرکت و کلیه روشن‌های موجود در عرصه تحقیق به روش صددرصد شناسایی و مرکز روشن‌ها با پیکه مشخص شد و پس‌از آن درختان حاشیه روشن‌ها رنگ‌آمیزی شدند.

### ثبت مشخصات روشن‌ها و روشن‌سازها

به‌منظور محاسبه مساحت و ترسیم اشکال روشن‌ها، ابتدا مرکز هر یک از آن‌ها با استفاده از دستگاه GPS ثبت شد. در مرحله بعد با به کار بردن روش فاصله-آزیموت (Runkle, 1992) نقشه آن‌ها برداشت و مساحت آن با استفاده از نرم‌افزار Excel محاسبه شد. همچنین ویژگی‌های محل روشن‌ها شامل طول و عرض جغرافیایی، شیب، جهت (هشت جهت اصلی و فرعی)، ارتفاع از سطح دریا و توپوگرافی (یال، دره، مناطق میانی یال و دره) ثبت شد (Runkle, 1992).

خود اختصاص می‌دهد و با دارا بودن حداکثر موجودی کربن، اهمیت آن بیشتر می‌شود. از این رو اندازه‌گیری و برآورد زی توده تنه درختان نسبت به دیگر اجزای آن دارای مزایای بیشتری است (Henry *et al.*, 2010). برای برآورد مقدار زی توده از روش مستقیم یا نمونه‌برداری تخریبی (Destructive sampling) استفاده شد.

با توجه به توزیع قطری درختان سازنده روشنه و گونه‌های آن در عرصه پژوهش که بیش از ۹۰ درصد آن‌ها از پنج گونه مهم راش (*Fagus orientalis*)، ممرز (*Carpinus betulus*)، پلت (*Acer velutinum*)، نمدار (*Tilia begonifolia*) و توسکا بیلاقی (*Acer subcordata*) بوده‌اند، ابتدا از هر یک از این پنج گونه، به صورت تصادفی چهار درخت از طبقه‌های قطری کمتر از ۳۰، ۳۰-۶۰، ۶۰-۸۰ و بیش از ۸۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد و در فصل قطع از میان نشانه‌گذاری‌های مجریان طرح‌ها در عرصه پژوهش یا پارسل‌های مجاور آن انتخاب شدند (Vahedi, 2017). پس از قطع برای به‌دست آوردن چگالی چوب از هر تنه سه دیسک از قطر بزرگ، یک‌دوم طول تنه و دوسوم طول تنه با ضخامت بیش از دو سانتی‌متر تهیه و از هر کدام از آن‌ها دو بلوک مکعب شکل بر اساس استاندارد ISO-3131 با ابعاد ۲×۲×۲ (سانتی‌متر مکعب) از مجاورت پوست و مرکز تنه تهیه شد. نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شدند (Henry *et al.*, 2010).

برای تعیین چگالی چوب از رابطه ۱ استفاده شد (Henry *et al.*, 2010):

$$WD = M/V \quad \text{رابطه (۱)}$$

M: وزن خشک نمونه چوب (گرم)، V: حجم تر نمونه چوب موردنظر (سانتی‌متر مکعب)، WD:

پوسیدگی درجه یک: درخت تازه افتاده، برگ‌ها بر روی شاخه‌ها باقی مانده و تنه و پوست سالم و چوب سخت است.

پوسیدگی درجه دو: برگ‌ها ریخته و شاخه‌های ریز روی تنه‌ها دیده نمی‌شود و پوست تنه شروع به ترک خوردن کرده است.

پوسیدگی درجه سه: شاخه‌های قطور (یک تا ۱۰ سانتی‌متر) در حال حذف شدن، پوست تنه از بین رفته و تنه در حال پوسیدگی و از بین رفتن است. چوب سخت است اما بافت آن نرم شده و به قطعات کوچک‌تر تبدیل می‌شوند.

پوسیدگی درجه چهار: شاخه‌های قطور و پوست از بین رفته و تنه پوسیده و نرم شده و ساختار پودری گرفته است.

درختان مجاور یا حاشیه روشنه درختانی هستند که تاج آن‌ها روشنه را محدود می‌کند. نوع گونه، قطر برابرسینه و میانگین ارتفاع آن‌ها نیز ثبت شد (Runkle, 1992).

سن روشنه‌ها با استفاده از سن نهال‌های موجود و درجه پوسیدگی گونه‌های مختلف درختان روشنه‌ساز (Runkle, 1992) برآورد شد. برای تعیین سن روشنه با استفاده از درجات پوسیدگی، از نتایج تحقیق Alidadi و همکاران (2014) استفاده شد. روشنه‌ها ممکن است ۵، ۱۰، ۱۵ سال یا بیشتر سن داشته باشند که در این بررسی آشفته‌گی‌های قدیمی‌تر از بررسی حذف شدند (Runkle, 1992).

#### برآورد زی توده

تعداد درخت در هکتار در عرصه پژوهش ۱۴۳ اصله و حجم آن ۳۴۵/۵ متر مکعب در هکتار است (Anonymous, 2005). چون تنه درختان، بخش عمده زی توده در جنگل را شامل می‌شوند، به طوری که حدود ۸۰ درصد زی توده روی زمینی درخت را به

استفاده شد و در صورت معنی‌دار بودن تغییرات مذکور و با توجه به ماهیت آزمون مورد استفاده از رتبه میانگین برای مقایسه مقادیر تغییرات استفاده شد.

### نتایج

#### ۱- بررسی سطح و فیزیوگرافی روشن‌ها و رابطه آن‌ها با

##### تغییرات زی‌توده روشن‌ها

در این پژوهش ۳۲۲ روشن، شناسایی، ثبت و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. میانه قطر و طول روشن‌سازها به ترتیب ۵۹/۳ سانتی‌متر و ۳۱/۴ متر به دست آمد. سطح کل روشن‌های تاجی ۸۹۴۶۵ مترمربع بود که حدود ۹ درصد از سطح کل عرصه پژوهش را دربرگرفت. میانه سطح روشن‌ها ۲۸۳ مترمربع بود. میانگین زی‌توده ازدست‌رفته در عرصه مورد بررسی ۱۸ تن در هکتار یا ۱/۲ تن در هکتار در سال بوده که ۰/۴ درصد موجودی در هکتار در سال است (جدول ۱). کلاسه سطح روشن کمتر از ۲۰۰ مترمربع دارای بیشترین فراوانی بود و بیش از ۸۵ درصد روشن‌ها مساحتی کمتر از ۵۰۰ مترمربع داشتند (جدول ۲). کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین روشن ثبت شده به ترتیب دارای ۱۰/۶ و ۱۳۷۷/۷ مترمربع مساحت بودند.

چگالی خشک چوب موردنظر (گرم بر سانتی‌متر مکعب).

برای محاسبه حجم تنه و زی‌توده هوایی بر اساس دستورالعمل Hernandez و همکاران (2004) عمل شد. سطح مقطع درخت با استفاده از رابطه ۲، حجم درخت با استفاده از رابطه ۳ و زی‌توده تنه درخت بر اساس کیلوگرم از رابطه ۴ محاسبه شد (Varamesh et al., 2011):

$$Ab = \pi \times r^2 \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$V = Ab \times H \times Kc \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$\text{Biomass} = V \times WD \times 1000 \quad \text{رابطه (۴)}$$

$Ab$ : سطح مقطع درخت ( $m^2$ ),  $r$ : شعاع درخت ( $m$ ),  $V$ : حجم درخت (سیلو)،  $Kc$ : ضریب شکل ( $0/5$ ),  $H$ : ارتفاع درخت.

#### ۳- روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای بررسی نرمالیت داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. با توجه به عدم توزیع نرمال داده‌ها، از آزمون ناپارامتریک کروسکال‌والیس برای بررسی تغییرات متغیرهای پاسخ در نرم‌افزار SPSS استفاده شد. در این رابطه از آزمون ناپارامتریک کروسکال‌والیس برای بررسی تغییرات زی‌توده درختان روشن‌ساز و سطوح روشن‌ها در منطقه مورد بررسی

جدول ۱- مشخصات کلی روشن‌های موجود در عرصه تحقیق

Table 1. General Specifications for Research Areas

میانگین موجودی زی‌توده (تن در هکتار)	میانه زی‌توده روشن‌سازها (تن در هکتار)	میانه سطح روشن (مترمربع)	میانه طول روشن‌ساز (متر)	میانه قطر روشن‌ساز (سانتی‌متر)	تعداد درختان روشن‌ساز	تعداد کل روشن
Mean biomass (ton/ha)	Median biomass of Gapmaker (ton/ha)	Median of gap area ( $m^2$ )	Median Length of gapmaker (m)	Median DBH of gapmaker (cm)	Number of gapmaker	Number of gaps
318.3	18	283.10	31.40	59.34	715	322

جدول ۲- نتایج آزمون کروسکال‌والیس زی توده روشن‌سازها در طبقه‌های مختلف سطح روشن

Table 2. The mean rank of gapmaker biomass in different gap class

Mean rank of biomass	Gap number	Gap area (m <sup>2</sup> )
149.21	142	> 200
171.23	132	200-500
175.51	45	500-1000
105.00	3	>1000
	322	کل
		Total

زی توده روشن‌سازها با توجه به مشخصه‌های فیزیوگرافی در طبقات مختلف دارای تفاوت‌هایی بودند اما از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد (جدول ۴).

میان‌ه زی توده روشن‌سازها در داخل روشن ۱۸ تن در هکتار و طبقه سطح ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ مترمربع نسبت به دیگر طبقات دارای بالاترین رتبه میانگین زی توده (جدول ۲) بود، ولی زی توده روشن‌سازها در طبقه‌های مختلف سطح اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج آزمون کروسکال‌والیس زی توده روشن‌سازها در طبقه‌های مختلف سطح روشن

Table 3. The results of Kruskal Wallis statistical test gapmaker biomass in relation to different gap area class

مشخصه	درجه آزادی	مربع‌کای	سطح معنی‌داری
Attribute	df	K <sup>2</sup>	Significance level
زی توده	3	6.040	0.110 <sup>ns</sup>
Biomass			

<sup>ns</sup> Non significant

<sup>ns</sup> اختلاف معنی‌دار نیست.

از بین رفته‌اند دارای کمترین رتبه میانگین زی توده و در بهره‌برداری دارای بالاترین رتبه هستند. مهم‌ترین عامل آشفته‌گی در منطقه مورد بررسی، باد بوده که سبب ریشه‌کنی، شکستگی تنه و افتادن بیش از ۴۷ درصد درختان روشن‌ساز شده است (جدول ۴). ۲۳ درصد روشن‌ها ناشی از دیرزیستی و ۱۵ درصد آن در اثر بهره‌برداری ایجاد شده‌اند؛ اما رتبه میانگین زی توده درختان بهره‌برداری شده، بیش از دیگر عوامل آشفته‌گی بود (جدول ۵).

۲- اثر گونه و عوامل آشفته‌گی در تغییرات زی توده روشن‌سازها

تعداد کل درختان روشن‌ساز در عرصه مورد بررسی ۷۱۵ اصله بود که از ۱۰ گونه مختلف بودند و میانگین تعداد درختان روشن‌ساز در هر روشن ۲/۲ درخت ثبت شد. بیش از ۶۵ درصد درختان روشن‌ساز از گونه راش، ۱۸ درصد از گونه ممرز و ۸ درصد از گونه پلت و کمتر از ۹ درصد از دیگر گونه‌ها بود. رتبه میانگین زی توده درختان روشن‌ساز با توجه به نوع عامل آشفته‌گی نشان می‌دهد که درختانی که در اثر باد

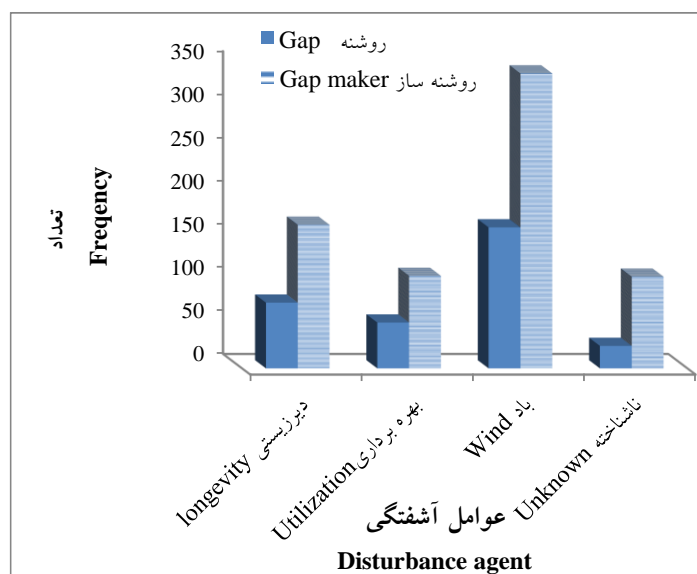
جدول ۴- نتایج آزمون کروسکال والیس تغییرات زی توده روشنه سازها در ارتباط با عوامل مختلف آشفتگی

Table 4. The Mean rank of gapmaker biomass in different disturbance agents

رتبه میانگین زی توده	تعداد روشنه ساز	عامل آشفتگی
Mean rank of biomass	Number of gapmaker	Disturbance agent
370.64	166	دیرزیستی Longevity
453.79	105	بهره برداری Utilization
310.85	339	باد Wind
390.97	104	ناشناخته Unknown
	715	کل Total

عوامل شناخته شده آشفتگی، بهره برداری دارای کمترین تعداد روشنه (۵۳) و روشنه ساز (۱۰۷) بود.

شکل ۲ نشان می دهد که بیشترین تعداد روشنه ها (۱۶۳) و بیشترین تعداد روشنه سازها (۳۴۱) در منطقه مورد بررسی در اثر عامل باد ایجاد شده اند. در بین



شکل ۲- تعداد روشنه و روشنه سازهای موجود در هر یک از عوامل آشفتگی

Figure 2. Number of gaps and gapmakers within various disturbance agents

مختلف سطح روشنه، اختلاف معنی دار را نشان نداد (جدول ۵).

زی توده روشنه سازهای حاصل از عوامل مختلف آشفتگی، در سطح ۰/۰۱ دارای اختلاف معنی داری بود (جدول ۷). زی توده گونه های مختلف در کلاسه های



جدول ۵- نتایج آزمون کروسکال‌والیس زی توده گونه‌های مختلف روشنه‌ساز در سطوح مختلف روشنه

Table 5. The results of Kruskal Wallis test of gapmaker species biomass in relation to different gap area class

سطح معنی داری Significance level	درجه آزادی df	مربع کای Chi <sup>2</sup>	آرایه‌های گیاهی Taxon
0.118 <sup>ns</sup>	3	5.867	راش Beech
0.436 <sup>ns</sup>	3	2.723	ممرز Hornbeam
0.360 <sup>ns</sup>	3	3.214	پلت Maple
0.140 <sup>ns</sup>	2	3.935	نمدار Linden

<sup>ns</sup> Non significant

<sup>ns</sup> اختلاف معنی دار نیست

چشم‌پوشی شد. پلت دارای بالاترین رتبه میانگین زی توده (جدول ۶) بود. گونه‌ها از نظر زی توده دارای اختلاف معنی داری بودند (جدول ۷).

بیش از ۶۵ درصد روشنه‌سازها از گونه راش بودند و ۵ درصد روشنه‌سازها از گونه‌های توسکا، شیردار، انجیلی، ملج، ون و خرمنندی بودند که به دلیل کم بودن تعداد آن‌ها از ذکرشان در جدول‌های ۵ و ۶

جدول ۶- نتایج آزمون کروسکال‌والیس تغییرات زی توده در گونه‌های مختلف

Table 6. The Mean rank of gapmaker biomass in different species

رتبه میانگین زی توده Mean rank of biomass	تعداد No.	آرایه‌های گیاهی Taxon
377.03	463	راش Beech
291.79	131	ممرز Honbeam
444.63	60	پلت Maple
318.39	23	نمدار Linden
	715	کل Total

دارای بیشترین فراوانی و روشنه‌های مسن‌تر دارای بالاترین رتبه میانگین زی توده بودند (جدول ۸). از نظر زی توده، روشنه‌ها در کلاسه‌های سنی مختلف اختلاف معنی داری در سطح ۰/۰۱ را نشان داد (جدول ۷).

۳- بررسی سن روشنه و ارتباط آن‌ها با تغییرات زی توده درختان روشنه‌ساز در اثر عوامل مختلف آشفته‌گی در سال‌های مختلفی می‌افتند و سبب باز شدن تاج و ایجاد روشنه در عرصه جنگل می‌شوند که بر اساس سال افتادن اولین درخت در هر روشنه، سن آن ثبت می‌شود. با توجه به این نکته، روشنه‌های ۱۰-۵ سال

جدول ۷- نتایج آزمون آماری کروسکال والیس در ارتباط با تغییرات زی توده با مشخصه‌های مختلف

Table 7. The results of Kruskal Wallis test in relation to gapmaker biomass changes with different attributes

سطح معنی داری Significance level	مربع کای Chi <sup>2</sup>	درجه آزادی df	مشخصه Attribute
0.000**	43.794	3	عوامل آشفتگی Disturbance agent
0.000**	44.817	9	گونه Species
0.001**	17.265	3	سن Age
0.542 <sup>ns</sup>	2.147	3	شیب Slop
0.094 <sup>ns</sup>	7.943	4	جهت دامنه Aspect
0.530 <sup>ns</sup>	1.271	2	ارتفاع از سطح دریا Altitude a.s.l

<sup>ns</sup> و \*\* به ترتیب اختلاف معنی دار نیست و در سطح ۰/۰۱ معنی دار است.<sup>ns</sup> and \* respectively, were not significant and significant at the level of  $p \leq 0.01$ .

جدول ۸- رتبه میانگین زی توده در کلاسه‌های مختلف سنی روشنه

Table 8. Mean Rank of biomass in age class

میانگین رتبه زی توده Mean rank	تعداد روشنه No.	طبقات سن (سال) Age class (year)
130.91	33	1-5
150.45	129	6-10
158.33	102	11-15
203.36	58	>15
	322	Total

درصد گزارش داده‌اند مطابقت دارد، ولی Zeibig و همکاران (2005) سطح مناطقی را که توسط روشنه‌های تاجی در جنگل‌های اسلوونی پوشانده‌اند ۵/۶ درصد و میانگین سطح روشنه را ۱۳۷ مترمربع به دست آورده‌اند که با نتایج این تحقیق تفاوت دارند. این تفاوت می‌تواند در درجه اول ناشی از تفاوت نوع و شدت آشفتگی‌ها در دو منطقه باشد که انواع و شدت‌های مختلف آشفتگی سبب ایجاد روشنه‌هایی با ابعاد مختلف می‌شوند. همچنین کیفیت خاک، زهکشی و دیگر عوامل مانند نحوه آماربرداری و اندازه‌گیری نیز

## بحث

در این پژوهش در کل عرصه تحقیق (۱۰۰ هکتار) تعداد ۳۲۲ روشنه ثبت شد یعنی در هر هکتار از جنگل مورد بررسی حدود ۳/۲ روشنه مشاهده شد (میانگین سطح هر روشنه ۲۸۳/۱ مترمربع) و حدود ۹ درصد از سطح جنگل‌های مورد بررسی را روشنه‌های تاجی تشکیل داد. این نتایج با گزارش‌های Sefidi و همکاران (2011) و Mataji و همکاران (2008) که تعداد روشنه در جنگل‌های گرازبن خیرود نوشهر را ۳ روشنه در هر هکتار و سطح زیرپوشش روشنه را ۹

نتایج متفاوتی را سبب می‌شود. دوماً در پژوهش‌های مختلفی که بر روی روشن‌ها انجام شد، مانند Jalali (2015) برای سهولت اندازه‌گیری در تعیین سطح روشن‌ها از شکل بیضی استفاده شد و فقط قطرهای بزرگ و کوچک را اندازه‌گیری کردند، ولی در این پژوهش، شکل روشن‌ها با استفاده از متر و آزیموت ترسیم و مساحت آن محاسبه شد؛ بنابراین تمام زوایای روشن‌ها در این روش مورد اندازه‌گیری قرار گرفت، در نتیجه مساحت‌ها دقیق‌تر محاسبه شده و تقریباً شکل بیضوی قابل ملاحظه‌ای در عرصه مشاهده نشد که محاسبه را تا حدی متفاوت کرده است.

روشن‌های کوچک در این منطقه دارای بیشترین فراوانی بودند. این پژوهش نشان داده است که با افزایش سطح روشن‌ها، تعداد آن‌ها در سطح جنگل کاهش می‌یابد (جدول ۲). این نتایج با گزارش Runkle (1992) مطابقت دارد. چون در این عرصه آشفته‌گی بزرگ و سنگین به‌ندرت روی داده است، بنابراین روشن‌های بزرگ‌تر از تعداد کمتری برخوردارند. به‌عبارت‌دیگر آشفته‌گی منطقه در مقیاس کوچک و پراکنده است که از این نظر با نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش‌ها در جنگل‌های راش برخی از کشورهای اروپایی و آمریکای لاتین مشابهت دارد چون آن‌ها نیز ریشه‌کنی و بادافتادگی و شکستن تاج درخت را از مهم‌ترین عوامل باز شدن تاج‌پوشش و روشن‌ها در جنگل گزارش کردند (Kenderes et al., 2009). همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که بیش از ۸۵ درصد روشن‌ها دارای سطوحی کمتر از ۵۰۰ مترمربع هستند که با نتایج Amanzadeh و همکاران (2019) که به این نتیجه رسیدند که بیش از ۶۵ درصد روشن‌ها سطوحی کمتر از ۵۰۰ مترمربع دارند، متفاوت است که احتمالاً به دلیل وجود شرایط توپوگرافی و همچنین عوامل آشفته‌گی است که در این منطقه بیشتر

روشن‌ها در اثر افتادن یک یا دو درخت ایجاد شدند. نتایج نشان داد که سطوح مختلف روشن‌های کوچک-تر از ۱۰۰۰ مترمربع (مقیاس کوچک) از نظر زی توده روی زمینی درختان روشن‌ساز با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند، یعنی با افزایش سطوح روشن‌ها میانگین زی توده درختان روشن‌ساز تغییر چندانی نمی‌یابد. اولاً آشفته‌گی در این عرصه در مقیاس کوچک بوده است. دوماً به‌طور میانگین هر روشن‌ها در اثر افتادن حداقل دو درخت ایجاد شده است. با توجه به سطوح کوچک روشن‌ها و اینکه بیش از ۶۵ درصد درختان روشن‌ساز از گونه راش بوده‌اند (جدول ۶) و همچنین روشن‌های بزرگ‌تر معمولاً دارای تعداد درختان روشن‌ساز بیشتری هستند که این روشن‌سازها عمدتاً از درختان کوچک‌تر هستند، بنابراین زی توده سطوح مختلف با افزایش سطح (روشن‌های کوچک) هرچند تفاوت دارند، ولی این تفاوت‌ها معنی‌دار نیستند. این نتیجه با نتایج Matějka (2015) که نشان داده تغییرات زی توده به ویژگی گونه‌ها مرتبط است و در مکان‌های مختلف متفاوت است مطابقت دارد.

تعداد درختان روشن‌ساز در هر روشن‌ها در این بررسی به‌طور متوسط ۲/۲ درخت بوده است و روشن‌ها در سطح جنگل پراکنده شده‌اند که با نتایج پژوهش‌های Sefidi و همکاران (2011) و Zeibig و همکاران (2005) از این نظر که روشن‌ها را عمدتاً ناشی از افتادن یک درخت تشخیص داده‌اند، تفاوت دارد. احتمالاً در اسلوونی شدت و نوع آشفته‌گی متفاوت است؛ اما علت تفاوت با نتایج Sefidi و همکاران (2011) به این دلیل است که آن‌ها فقط عامل دیرزیستی یا خشک‌دار را مورد بررسی قرار دادند، درحالی‌که در این پژوهش عوامل مختلف بررسی شد. دوماً در پژوهش Mohammadi و همکاران (2015) که در ایران انجام شده، تعداد درختان روشن‌ساز در

بیشتر درختان میان قطر با ارتفاع بیشتر را که عمدتاً در نقاطی با خاک کم عمق تر و به‌ویژه بر روی بستر سنگی و مکان‌های بادگیر قرار گرفته‌اند مورد آسیب قرار داده است.

نتایج این بررسی نشان داده است که روشنه‌های با سنین مختلف از نظر مقدار زی‌توده درختان روشنه‌ساز دارای اختلاف معنی‌داری هستند و هر چه سن روشنه بیشتر باشد رتبه زی‌توده آن نیز بیشتر شده است (جدول ۱۰). این امر می‌تواند بیانگر این نکته باشد که شرایط اقلیمی تغییر کرده و شدت آشفته‌گی‌ها نسبت به چند دهه قبل تغییر کرده است (Wang et al., 2019) و یا اینکه در اثر بهره‌برداری درختان قطور و مسن‌تر برداشت شده‌اند که تعداد این درختان قطور در گذشته در سطح جنگل بیشتر بوده است. این پژوهش همچنین نشان داد که فراوانی روشنه‌ها در توده‌های مسن‌تر به شدت کاهش می‌یابد (جدول ۱۰) چون در اثر استقرار تجدید حیات طبیعی روشنه‌های حاصل از آشفته‌گی‌های قدیمی‌تر ترمیم‌شده و هر یک به توده‌ای جوان تبدیل شده‌اند.

نتایج این پژوهش که عمدتاً درختان روشنه‌ساز را مدنظر قرار داده نشان داد که آشفته‌گی در این منطقه عمدتاً در مقیاس کوچک بوده و خسارات ناشی از آن بسیار کم، ولی اثرهای آن به‌ویژه در استقرار، استمرار و تنوع توده جنگلی بسیار حائز اهمیت بوده است، به‌طوری‌که وضعیت زادآوری به‌ویژه حضور شل‌گروه‌ها و خال‌گروه‌ها در نقاط مختلف جنگل مشهود است. با توجه به نتایج این تحقیق، آشفته‌گی به‌تنهایی نمی‌تواند به‌طور معنی‌داری موجب کاهش زی‌توده در این جنگل شود؛ بنابراین توصیه می‌شود با الگو قرار دادن حوادث طبیعی و اجرای مدیریت مبتنی بر آشفته‌گی و با دانستن ویژگی آشفته‌گی‌ها به حفاظت و پایداری جنگل کمک شود؛ بنابراین ضمن این‌که نوع

هر روشنه را دو درخت گزارش کرده‌اند. تعداد روشنه‌سازها نشان‌دهنده نوع و شدت آشفته‌گی‌ها در جنگل است، به‌طوری‌که افزایش تعداد روشنه‌سازها سبب افزایش سطح روشنه می‌شود. در شرایط مشابه، هرچه مساحت روشنه‌ها بیشتر باشد نشان‌دهنده خاک و زهکشی ضعیف‌تر جنگل است (Weiskettel, 2003).

نتایج این بررسی نشان داد که از ۳۱۸/۳ تن در هکتار موجودی زی‌توده در عرصه مورد بررسی، فقط ۱/۲ تن در هکتار در سال یا ۰/۴ درصد از زی‌توده جنگل مورد بررسی در طول مدت‌زمان آشفته‌گی‌های موردنظر از چرخه تولید خارج شده‌اند. این نتایج با نظرات (Clements 1916) مطابقت دارد که معتقد است بیشتر شکل‌های آشفته‌گی‌ها فقط سبب مرگ تعداد کمی از درختان موجود می‌شوند. شکل‌گیری و تشکیل روشنه‌ها تحت تأثیر عوامل داخلی و خارجی محیطی است، به‌طوری‌که باد، خشک‌ساز و بهره‌برداری از عوامل اصلی آشفته‌گی در عرصه این پژوهش بوده‌اند. روشنه‌های کوچک بیشترین تعداد را داشتند ولی سطح کمی از اراضی جنگل را اشغال کرده‌اند و همچنین حجم ناچیزی از زی‌توده جنگل را تحت عنوان درختان روشنه‌ساز از دست داده‌اند که این نتایج با تحقیق Zeibig و همکاران (2005) در خصوص الگوهای آشفته‌گی روشنه در جنگل‌های طبیعی راش مطابقت دارد؛ اما زی‌توده روشنه‌سازهای این روشنه‌ها از نظر عوامل مختلف ایجاد روشنه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند، به‌طوری‌که کمترین مقدار رتبه میانگین زی‌توده درختان روشنه‌ساز متعلق به روشنه‌هایی است که در اثر باد ایجاد شده‌اند و بالاترین رتبه متعلق به بهره‌برداری است (جدول ۵). این نکته نشان می‌دهد که در بهره‌برداری، درختان قطورتر بیشتر هدف نشانه‌گذاری قرار می‌گیرند، اما باد

با توجه به محدودیت‌های اجرای این پروژه پیشنهاد می‌شود به منظور بررسی دقیق‌تر اثرهای آشفته‌گی و مشخصه‌های مختلف روشنه‌ها، پژوهش در سطوح وسیع‌تر و در جهات مختلف و ارتفاعات مختلف (پایین‌بند، میان‌بند و بالابند) و در مدت‌زمانی طولانی‌تر اجرا شود تا بتوان در تیپ‌های مختلف و شرایط مختلف اثرهای آشفته‌گی‌ها را به‌طور دقیق‌تر بررسی کرد.

گونه و قطر عامل مهمی در نشانه‌گذاری‌ها محسوب می‌شود، برداشت هم باید در سطوح کوچک انجام شود. علاوه بر این چون باد، مهم‌ترین عامل آشفته‌گی در منطقه است، بهتر است هر نوع دخالت در جنگل با ملاحظات اقلیمی انجام شود تا از ایجاد گسست‌های گسترده و فضای باز و خالی در مسیر باد که منجر به تشدید سرعت باد و خسارات بیشتر می‌شود، خودداری شود.

## References

- Alidadi, F., M. R. Marvie Mohadjer, V. Etemad & K. Sefidi, 2014. Decay dynamics of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and hornbeam (*Carpinus betulus* L.) deadwood in mixed beech stands, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 22(4): 624-635. (In Persian)
- Amanzadeh, B., Kh. Saghebtalebi, P. Pahrizkar, P. Shahinrokhsar Ahmadi, A. Moradi, H. Pourbabaei & M. Yousefpour, 2019. Comparison of regeneration and diversity of herbaceous species in created and natural gaps, *Journal of Forest Research and Development*, 5(1): 153-167. (In Persian)
- Anonymous, 2005. Forestry plan Surdar-Anarestan, Mazandaran province, 168 p. (In Persian)
- Aticie, E., A. H. Colak & I. D. Rotherham, 2008. Coarse Dead Wood Volume of Managed Oriental Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Stands in Turkey, *Forest Systems*, 17(3): 216- 227.
- Clements, F. E., 1916. Plant succession: An analysis of the development of vegetation. Carnegie institution of Washington press, 498 p.
- Faraji, F., A. Mataji, S. Babayi-Kafaki & A. A. Vahedi, 2015. The relationship between plant diversity and above-ground biomass changes in *Fagus orientalis* L. forests (Case study: Hajikola-Tirankoli, Sari), *Iranian Journal of Forest*, 7(2): 151- 165. (In Persian)
- Hart, J. L. & J. S. Kleinman, 2018. What are intermediate-severity forest disturbances and why are they important?, *Forests*, 9(579): 1-15.
- Henry, M., A. Besnard, W. A. Asante, J. Eshun, S. AduBredu, R. Valentini, M. Bernoux & L. SaintAndré, 2010. Wood density, phytomass variations within and among trees, and allometric equations in a tropical rainforest of Africa, *Forest Ecology and Management*, 260(8): 1375-1388.
- Hernandez, R. & P. Koohafkan, J. Antoine, 2004. Assessing Carbon Stocks and modeling win-win Scenarios of carbon sequestration through land-use change. Food & Agriculture Org press, 166 p.
- Jalali, S. G. A., 2015. The Effect of Gap size on the survival and growth of forest species at tropical forests (Case study: Researching Forest of the UPM University), *Journal of Wood & Forest Science and technology*, 22(3): 221- 227. (In Persian)
- Kenderes, K., K. Král, T. Vršja & T. Standovár, 2009. Natural gap dynamics in a central European mixed beech-spruce-fir old-growth forest, *Ecoscience*, 16(1): 39-47.
- Kramer, K., P. Brang, H. Bachofen, H. Bugmann & T. Wohlgemuth, 2014. Site factors are more important than salvage logging for tree regeneration after wind disturbance in Central European forests, *Forest Ecology and Management*, 331: 116-128.
- Lobo, E. & J. W. Dalling, 2014. Spatial scale and sampling resolution affect measures of gap disturbance in a lowland tropical forest: implications for understanding forest regeneration and carbon storage, *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1778): 20133218.
- Mataji, A., S. Babaie Kafaki, H. Safaee & H. Kiadaliri, 2008. Spatial pattern of regeneration gaps in manage and unmanaged stands in natural Beech (*Fagus orientalis*) forests, *Iranian Journal of Forest and*

- Poplar Research*, 16(1): 149-157. (In Persian)
- Matějka, K., 2015. Disturbance-induced changes in the plant biomass in forests near Plešné and Čertovo Lakes, *Journal of forest science*, 61(4): 156-168.
  - Mohammadi, L., M. R. Marvie-Mohadjer, V. Etemadand & K. Sefidi, 2015. Quantitative characteristics of regeneration in natural and tree fall canopy gaps in the mixed beech stands, Northern Iran (Case Study: Namkhaneh district, Kheyroud Forest), *Iranian Journal of Forest*, 6(4): 457-470. (In Persian)
  - Molino, J. F., & D. Sabatier, 2001. Tree diversity in tropical rain forests: a validation of the intermediate disturbance hypothesis, *Journal of Science*, 294(5547): 1702-1704.
  - Nakashizuka, T., 1984. Regeneration process of climax beech (*Fagus crenata* Blume) forests. IV: Gap formation, *Japanese Journal of Ecology*, 34(1): 75- 85.
  - Runkle, J. R., 1986. Patterns of disturbance in some old-growth mesic forests of Eastern North America, *Ecology*, 63(5): 1533-1546.
  - Runkle, J. R., 1992. Guidelines and sample protocol for sampling forest gaps. US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station press, 44 p.
  - Schlieman, S. A. & J. G. Bockheimb, 2011. Methods for studying treefall gaps: A review, *Forest Ecology and Management*, 261(7): 1143-1151.
  - Schütz, J. P., 1990. Sylvicultur 1. Principes d'éducation des forêts. Press. Polytech, Et Uni, Romandes. Swiss, 243 p.
  - Sefidi, K., M. R. Marvie Mohadjer, R. Mosandl & C. A. Copenheaver, 2011. Canopy gaps and regeneration in old growth Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands, northern Iran, *Forest Ecology and Management*, 262(6): 1094-1099.
  - Sefidi, K., M. R. Marvie Mohadjer, R. Mosandl & C. A. Copenheaver, 2011. Canopy gaps and regeneration in old growth Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands, northern Iran, *Forest Ecology and Management*, 262(6): 1094-1099.
  - Vahedi, A. A., 2017. Modeling loss of water resources after cutting out trees in the Hyrcanian forest of Iran. *Forest Research and Development, Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 25(1): 1- 12. (In Persian)
  - Vanderwel, M. C., D. A. Coomes & D. W. Purves, 2013. Quantifying variation in forest disturbance, and its effects on aboveground biomass dynamics, across the eastern United States, *Journal of Global Change Biology*, 19(5): 1504-1517.
  - Varamesh, S., S. M. Hoseini & N. Abdi, 2011. Estimation of urban forest strength in atmospheric carbon sequestration, *Iranian Journal of Ecology*, 57: 113- 120. (In Persian)
  - Wang, Z., H. Yang, D. Wang & Z. Zhaoa, 2019. Spatial distribution and growth association of regeneration in gaps of Chinese pine (*Pinus tabuliformis* Carr.) plantation in northern China, *Forest Ecology and Management*, 432: 387-399.
  - Weiskettel, A. R. & D. M. Hix, 2003. Canopy gap characteristics of an oak-beech maple old-growth forest in northwestern Ohio, *Ohio Journal of Science*, 103(4): 111- 115.
  - Zeibig, A., J. Diaci & S. Wagner, 2005. Gap disturbance patterns of a *Fagus sylvatica* virgin forest remnant in the mountain vegetation belt of Slovenia, *Forest Snow and Landscape Research*, 79(1/2): 69-80.

## Changes in aboveground biomass resulting from disturbance in natural beech Forests at small scale (*Fagus orientalis* Lipsky) (Case study: Sourdar-Anarestan Forestry Plan, Mazandaran province)

K.A. Zabihi<sup>1</sup>, A. Mataji<sup>\*2</sup>, S. Babaei Kafaki<sup>3</sup> and R. Akhavan<sup>4</sup>

1- Ph.D. student of Forestry, Faculty of Natural Resources and Environment, Islamic Azad University, Tehran, I. R. Iran. (karamali.zabihi@yahoo.com)

2- Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources and Environment, Islamic Azad University, Tehran, I. R. Iran. (amataji@srbiau.ac.ir)

3- Associate Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources and Environment, Islamic Azad University, Tehran, I. R. Iran. (S\_babaie@srbiau.ac.ir)

4- Associate Professor, Research Institute of Forest and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I. R. Iran. (akhavan@rifr-ac.ir)

Received: 02.05.2019

Accepted: 03.11.2019

### Abstract

The aim of this study was to investigate characteristics and amount of biomass changes of gap makers in beech forests of Sourdar-Anarestan Forestry Plan, Noor. For this purpose, an area of 100 hectares was selected and physiographic characteristics, area and age of the gaps, also the diameter and height of the gap maker trees were measured by a full inventory within the gaps. The results showed that there is not a significant difference between the gap maker aboveground biomass changes in the studied area with physiographic characteristics and the canopy area of the stand, but there is a significant difference between gap maker species, gap age and the type of disturbance ( $\alpha=0.01$ ). The mean rank of gap maker trees biomass in the wind created gaps was the lowest value, and in the forest harvesting created gaps was the highest rank. The result of this study has shown, most type of disturbances only remove a small amount of biomass on the above ground biomass in forests. The effect of disturbance on regeneration seems small at first, but then it has a significant effect on it and forest continuity. Therefore, by better understanding the existing disturbances, the most important factors of which in the region were wind, longevity and exploitation, it is possible to help the continuation of forest production and sustainability.

**Keywords:** Dead tree, Exploitation, Gap maker, Perturbation, Wind.

---

\* Corresponding author

Tel: +989126408286