

تأثیر شدت برداشت در شیوه جنگل‌شناسی تک‌گزینی بر زیست‌توده انجیلی - ممرز

محمود ردایی^۱، هاشم حبشی^{۲*}، رامین رحمانی^۳، شعبان شتایی^۴ و هرمز سهرابی^۵

- ۱- دانشجوی دکتری جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران. (mah_radaei@yahoo.com)
- ۲- دانشیار، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران. (habashi@gau.ac.ir)
- ۳- دانشیار، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران. (rahmani@gau.ac.ir)
- ۴- استاد، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران. (shataee@gau.ac.ir)
- ۵- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی نور، دانشگاه تربیت مدرس، ایران. (hsohrabi@modares.ac.ir)

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۸/۰۸

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۳/۰۳

چکیده

این پژوهش با هدف تعیین تأثیر شدت بهره‌برداری در شیوه تک‌گزینی بر زیست‌توده درختان توده انجیلی - ممرز انجام شد. به‌این منظور در ۷۰ قطعه‌نمونه نیم‌هکتاری اطلاعات تمام درختان و خشکه‌دارها برداشت شد. تعداد ۳۵ قطعه‌نمونه در توده برداشت‌شده به شیوه تک‌گزینی با سه شدت برداشت قرار داشتند و معادل همین تعداد قطعه‌نمونه در توده شاهد بودند. لاشریزی درختان طی شش ماه از شهریور تا بهمن برداشت شد و ذخیره کربن آلی خاک با اندازه‌گیری کربن آلی و وزن‌مخصوص‌ظاهری خاک تعیین شد. سپس زیست‌توده درختان، لاشریزه، خشکه‌دار، ریشه، خاک و در نهایت زیست‌توده کل محاسبه شد. نتایج نشان داد که با افزایش شدت برداشت تا ۱۳/۵ درصد، روند تغییرات زیست‌توده کل افزایشی است هرچند شدت برداشت تأثیر معنی‌داری بر زیست‌توده روی‌زمینی، زیرزمینی و کربن آلی خاک نداشت. زیست‌توده روی‌زمینی در توده تک‌گزینی بیشتر از توده شاهد بود. میانگین زیست‌توده کل در توده برداشت‌شده انجیلی ممرز ۱۴۷ و در توده شاهد ۱۴۴ تن در هکتار بود و برداشت به‌طور متوسط دو درصد زیست‌توده کل را افزایش داد. در نهایت با توجه به نتایج این پژوهش شدت برداشت متوسط (۳/۶-۹/۵ درصد حجم سرپا) به‌عنوان شدت برداشت مناسب تعیین شد. تشابه وضعیت زیست‌توده لاشریزه و خشکه‌دار در دو توده به‌عنوان شاخص زیستی، گویای مناسب بودن شرایط نشانه‌گذاری در شیوه تک‌گزینی بود.

واژه‌های کلیدی: زیست‌توده، بهره‌برداری، لاشریزه، خشکه‌دار، تک‌گزینی.

مقدمه

به دلیل برداشت تمامی تاج پوشش سبب افزایش تجزیه و تصاعد شدید دی اکسید کربن اتمسفر خواهد شد (Jandl et al., 2007). حال آنکه برش های تک گزینی به دلیل حفظ بخشی از تاج پوشش درختان تأثیر چندانی بر تولید خالص اولیه نداشته و مقدار ترسیب کربن ثابت باقی خواهد ماند (Taylor et al., 2007). به هر حال اثر کاهش درختان برداشت شده در هر شیوه جنگل شناسی بر زیست توده در مقابل رویش ایجاد شده ناشی از افزایش تابش نور خورشید بر درختان باقی مانده توده و استقرار درختان در فضای باز از یکسو بایستی مورد توجه قرار گیرد و از سوی دیگر نقش افزایش تجزیه و تصاعد دی اکسید کربن به اتمسفر در مقابل افزایش رویش پوشش کف جنگل و لاشریزی درختان نیز بایستی مورد توجه قرار گیرد. بنابراین مجموعه عوامل تأثیرگذار زیاد بوده و در نتیجه قضاوت در خصوص اثر شدت برداشت بر زیست توده را دشوار می سازد. بنابراین تعیین شدت برداشت مناسب در توده های جنگلی از مهم ترین دغدغه های مدیران جنگل است. اغلب مقالات چاپ شده داخلی در خصوص زیست توده به تعیین یا تخمین آن ها از طریق معادلات هندسی (Daryaei and Sohrabi, 2015) یا به کمک داده های ماهواره ای پرداخته اند (Pourazimi et al., 2017). Vafaei et al., 2017) و در جدیدترین آن ها (Karamdoust Marian et al., 2018) تأثیر شدت برداشت را بر رویش حجمی معنی دار اعلام کرده و شدت برداشت متوسط (۱۳/۱ مترمکعب در هکتار) را مناسب ترین شدت معرفی کردند. با توجه به پژوهش های انجام شده می توان دریافت که تاکنون در جنگل های هیرکانی بررسی و بیان تغییرات زیست توده متأثر از برداشت و شدت های متفاوت انجام نشده است، بنابراین مهم ترین هدف این پژوهش تعیین تأثیر دخالت در شیوه

هیئت بین دولتی تغییرات آب و هوا یا IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change)، پنج مؤلفه کربن اکوسیستم زمینی شامل زیست توده درختان، لاشریزه، خشکه دار، زیست توده زیرزمینی (ریشه ها) و ماده آلی خاک را شناسایی و به عنوان اجزای اصلی زیست توده معرفی کرد (Kaiser et al., 2014) که سه مؤلفه اولی در سطح زمین قرار دارد و مجموع آن ها زیست توده روی زمینی (Aboveground Biomass) نامیده می شود. در بسیاری از اسناد توسعه پایدار مؤلفه های زیست توده روی زمینی، زیرزمینی و کربن آلی خاک به عنوان شاخص (Indicator) یا معیار (Criteria) شناخته شده اند (FAO, 2011). از این رو تعیین و اندازه گیری تغییرات آن ها می تواند معرف مدیریت پایدار جنگل تلقی شود. تغییرات زیست توده تحت تأثیر عوامل مدیریتی و دخالت انسانی (Yang et al., 2005)، بافت خاک، تولیدات گیاهی (Jandl et al., 2007)، وزن مخصوص ظاهری (Mund, 2004) و رژیم دخالت (Ruiz-Peinado et al., 2017) قرار دارد. از این رو دخالت های انسانی یکی از عوامل مهم مؤثر بر تغییرات زیست توده است.

دو فرضیه مهم در خصوص تأثیر دخالت و برداشت بر زیست توده وجود دارد که اولی کاهش زیست توده را در اثر برداشت ارائه می کند (Luysaert et al., 2011; Naudts et al., 2016) و دومی تأثیر برداشت را غیر معنی دار اعلام می کند که ناشی از افزایش رویش درختان باقی مانده توده (Pretzsch., 2005; Bouriaud et al., 2019) و استقرار درختان در روشنیه های ایجاد شده است (Hu et al., 2020). در بیشتر موارد تأثیر شدت برداشت جنگل در خصوص شیوه های جنگل شناسی بررسی شده و اعلام شده برش قطع یکسره که نماینده برداشت با شدت زیاد است؛

تک‌گزینی بر پنج مؤلفه زیست‌توده انجیلی ممرز و نشان دادن تأثیر شدت برداشت بر تغییرات زیست‌توده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

منطقه مورد بررسی در بخشی از سری‌های یک و دو (۱۳ پارسل از سری یک و ۱۱ پارسل از سری دو) طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا (شصت‌کلاته) با طول جغرافیایی $26^{\circ} 21' 54''$ تا $24^{\circ} 24' 57''$ شرقی و عرض جغرافیایی $27^{\circ} 43' 36''$ تا $28^{\circ} 48' 36''$ شمالی در حوزه آبخیز ۸۵ اداره کل منابع طبیعی استان گلستان و در جنوب شرقی شهر گرگان واقع شده است. جهت عمومی دامنه، شمال غربی و محدوده ارتفاعی منطقه پژوهش ۳۰۰ تا ۷۵۰ متری از سطح دریا واقع شده است. از نظر طبقه‌بندی اقلیمی آمبرژه (بر اساس اطلاعات ۱۰ ساله ایستگاه هواشناسی هاشم‌آباد در فاصله پنج کیلومتری شمال منطقه طرح) دارای اقلیم مرطوب معتدل و میزان بارندگی متوسط سالانه آن ۶۴۹ میلی‌متر است که بین ۵۲۸ تا ۸۱۷ میلی‌متر متغیر است. پوشش گیاهی غالب منطقه تحقیق، درختان انجیلی، ممرز، بلوط، افرا و توسکا است (Habashi and Rafiee, 2019، Pourazimi et al., 2017). تیپ عمده پارسل‌های این پژوهش انجیلی ممرز است که در برخی پارسل‌ها گونه بلوط نیز با فراوانی سوم به آن‌ها اضافه می‌شود. قابل ذکر است این بخش از سری یک و دو طرح جنگلداری در محدوده ارتفاعی مشابه (دامنه ارتفاعی ۳۰۱ تا ۷۴۵ متر از سطح دریا) و فیزیوگرافی به نسبت یکنواختی (دامنه تغییرات شیب دو تا ۵۷ درصد) قرار دارد از این-رو تغییرات زیست‌توده در آن به احتمال زیاد ناشی از عوامل فوق نمی‌تواند باشد. نکته دوم آنکه تاریخچه برداشت در پارسل‌های مختلف سری یک محدوده پژوهش در بازه زمانی ده سال متفاوت است و رویش

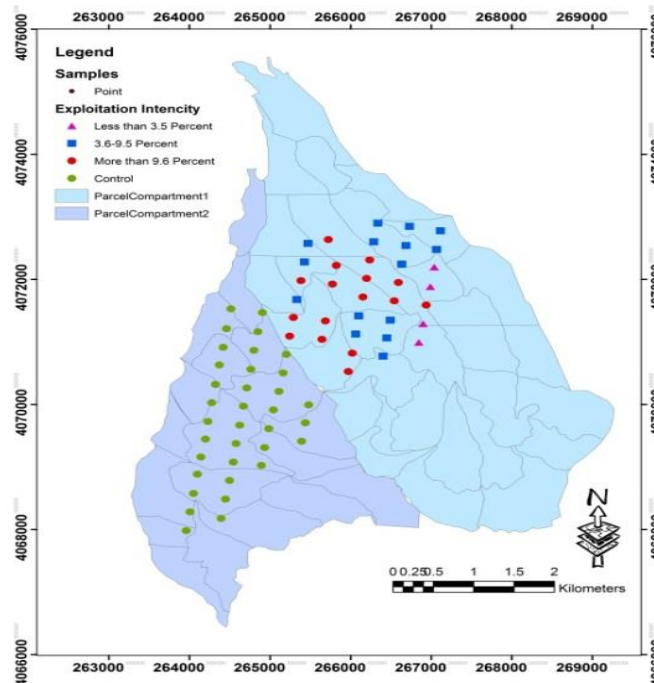
درختان باقی‌مانده در محدوده قطع درختان می‌تواند سبب افزایش زی‌توده شود (فرضیه دوم مطرح شده در بخش مقدمه) که این پژوهش در پی آزمون کردن آن است.

روش کار

اولین بهره‌برداری جنگل شصت‌کلاته در سال ۱۳۵۹ انجام شد و آخرین قطع درختان در جنگل شصت‌کلاته در سال ۱۳۹۶ انجام شد که مربوط به طرح تجدیدنظر دوم طرح جنگلداری در سری یک است. نمونه‌برداری در سال ۱۳۹۷ به روش منظم با شروع تصادفی و با ابعاد شبکه 400×300 متر انجام شد و در مجموع ۷۰ قطعه نمونه مستطیلی به مساحت نیم هکتار (حداقل سطحی که معرف توده جنگلی است) برداشت شد (شکل ۱). موقعیت مراکز تمامی قطعات نمونه با استفاده از دستگاه GPS تفاضلی با خطای کمتر از ۱۰ سانتی‌متر ثبت شد تا قابل بازیابی باشد. اطلاعات کلیه درختان شامل نوع گونه، قطر برابر سینه و ارتفاع کل اندازه‌گیری شدند. در ۱۲ پارسل مورد پژوهش از سری یک طی سه دوره طرح اولیه، طرح تجدیدنظر اول و دوم برداشت درختان انجام شد که در شکل یک نشان داده شده است. سپس با توجه به صورت‌مجلس حجم درختان برداشت‌شده از هر پارسل و حجم سرپای درختان شدت برداشت به سه طبقه کمتر از ۳/۵ درصد (میانگین حجم برداشت ۱/۱ متر مکعب در هکتار در سال و با عنوان شدت برداشت کم)، ۳/۶-۹/۵ درصد (میانگین حجم برداشت ۲/۲ متر مکعب در هکتار در سال و با عنوان شدت برداشت متوسط) و بیشتر از ۹/۶ درصد (میانگین حجم برداشت ۳/۳ متر مکعب در هکتار در سال و با عنوان شدت برداشت زیاد) حجم سرپا تقسیم شد. قابل ذکر است حجم درختان برداشت‌شده فقط در یک سال بوده ولی از آنجا که مربوط به دوره‌های ده‌ساله است (تمرکز در برداشت) اعداد بر حسب متر مکعب در هکتار در سال

وجود خواهد داشت. در سری دو (شاهد) هیچ گونه برداشتی انجام نشده است (شکل ۱).

محاسبه و بیان شده است. در این پژوهش منظور از شدت برش برداشت حجم در سطح مشخص است و سنوات گذشته از برش ها به عنوان عامل عدم قطعیت



شکل ۱- شبکه نمونه برداری در سری یک (برداشت شده) و دو (شاهد) جنگل شست کلاته گرگان

Figure 1. Sampling grid in district one (harvested) and two (control) of Shast-Kalate forest, Gorgan

زیست توده روی زمینی درختان = حجم درخت × وزن مخصوص خشک چوب × ضریب بسط زیست توده
حجم درخت از جدول حجم دو عامله جنگل شست کلاته با توجه به ارتفاع و قطر برابرسینه تعیین شد. وزن مخصوص چوب گونه ها از جداول موجود استفاده شد (Pourazimi, 2016). سپس با توجه به رابطه دو در رطوبت ۱۲ حد تعادل تصحیح شد و وزن مخصوص خشک به دست آمد (Reyes et al., 1992).
رابطه (۲)

$$\text{وزن مخصوص خشک چوب} = 0.134 + 0.08 \times \text{وزن مخصوص چوب}$$

ضریب بسط زیست توده نیز بر اساس رابطه سه تعیین شد (Brown and Lugo, 1992).

رابطه (۳)

حجم خشکه دار بر اساس شکل شامل کنده، تنه افتاده، درخت بادافتاده، سرپا بدون تاج، سرپای کامل و مازاد مقطوعات از روابط هندسی نلوئید ناقص، پارابلوئید ناقص و مخروط ناقص تعیین شد (Habashi, 1997) و زیست توده خشکه دار با استفاده از درجه پوسیدگی و نوع گونه از روی وزن مخصوص آن تعیین شد (Noori et al., 2013, Alidadi et al., 2014, 2017).
رابطه (۱)

زیست توده لاشریزه از طریق اندازه گیری توزین لاشریزی طی شش ماه لاشریزی و خزان منطقه پژوهش (شهریور تا بهمن ۱۳۹۷) تعیین شد (Barzegar, 2010). زیست توده درختان سرپا بر اساس روش فائو تعیین شد (رابطه یک، Pourazimi, 2016).

رابطه (۱)

$$\text{کربن} \% \times 10000 = \text{کربن آلی خاک}$$

$$\times \text{وزن مخصوص ظاهری}$$

$$\times \text{عمق خاک}$$

نرمال‌بودن توزیع مشاهدات توسط آزمون کولموگروف اسمیرنوف بررسی شد و در مواردی که توزیع غیرنرمال بودند از طریق تبدیل جانسون مشاهدات نرمال شدند. همگنی واریانس‌ها توسط آزمون لون بررسی شد و از طریق آنالیز واریانس و آزمون تی مستقل معنی‌داری تفاوت میانگین‌ها بررسی و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن انجام شد.

نتایج

تراکم کلیه درختان و تراکم گونه‌های اصلی انجیلی و ممرز در توده تک‌گزینی بیشتر از توده شاهد بود. تراکم خشک‌دار افتاده و سرپا نیز در توده تک‌گزینی بیشتر بود هرچند در توده شاهد فراوانی خشک‌دار با درجه پوسیدگی سه به مراتب بیشتر از توده تک‌گزینی بود (جدول ۱). میانگین ارتفاع لوری (مناسب توده‌های ناهمسال) در توده تک‌گزینی ۱۷ درصد بیشتر از توده شاهد بود و اختلاف معنی‌داری داشتند.

$$\text{زیست-توده} = \exp(3.213 - 0.506 \ln(\text{زیست-توده}))$$

که در فرمول فوق زیست‌توده از ضرب حجم درختان (مترمکعب در هکتار) در وزن مخصوص چوب (تن در مترمکعب) به‌دست آمد. تعیین زیست‌توده زیرزمینی سخت و زمان‌بر و با عدم قطعیت بالایی همراه است (Beets et al., 2007). برای حل این مشکل IPCC رابطه چهار را برای تخمین زیست‌توده زیرزمینی پیشنهاد کرده که بر اساس بررسی رابطه بین زیست‌توده سطح و زیرسطح زمین در ۳۰ کشور به‌دست آمده و می‌توان آن را برای کلیه گونه‌ها در جنگل‌های معتدله به‌کار گرفت (Cairns et al., 1997).

$$\text{رابطه (۴)} = \text{زیست توده زیر زمینی}$$

$$\exp(-1/0.587 + 0/8836 \times \ln(\text{زیست توده روی زمینی}))$$

کربن آلی خاک در پنج قطعه نمونه یک مترمربعی از عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متر و با استفاده از استوانه‌های فلزی با حجم مشخص برداشت و از روش والکلی بلاک (Walkley-Black) تعیین شد. برای محاسبه کربن آلی خاک (تن در هکتار) از رابطه پنج استفاده شد (Pearson et al., 2007) که در آن وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب خاک و عمق نمونه‌برداری به سانتی‌متر است.

$$\text{رابطه (۵)}$$

جدول ۱- مشخصات توده‌های مورد بررسی در سطح ۳۵ هکتار

Table 1. Forest stands characteristics in the studied area at 35 ha

شاهد	تک‌گزینی	توده
Control	Harvested	Stand
35	35	تعداد نمونه
		Plot number
17.5	17.5	سطح (هکتار)
		Area (ha)

حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین توده تک‌گزینی و شاهد در سطح ۹۵ درصد است.

The different letters indicate significant difference between the harvested and control stands at 95% probability level.

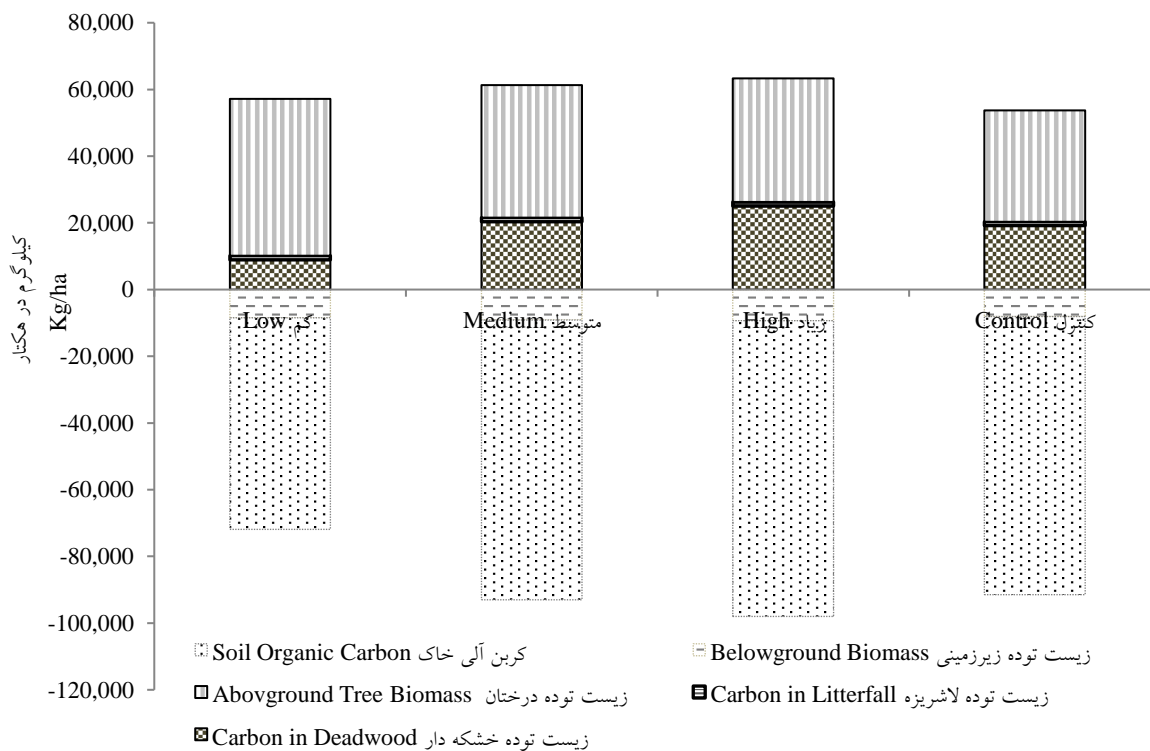
ادامه جدول ۱.

Continued table 1.

شاهد Control	تک‌گزینی Harvested	توده Stand
137 ^b	170 ^a	تراکم (تعداد در هکتار) Density (n/ha)
33.4 ^a	30.2 ^b	میانگین قطر برابر سینه (سانتیمتر) Mean DBH (cm)
19.54 ^b	22.91 ^a	میانگین ارتفاع لوری (متر) Mean height (m)
204.78 ^a	207.98 ^a	میانگین حجم درختان (مترمکعب در هکتار) Mean tree volume (m ³ /ha)
25.53 ^a	28.47 ^a	میانگین حجم خشک‌دار (مترمکعب در هکتار) Mean deadwood volume (m ³ /ha)
105.1 ^b	133.0 ^a	تراکم گونه‌های اصلی انجیلی و ممرز (تعداد در هکتار) Main species density (n/ha)
16 ^b	24 ^a	تراکم خشک‌دار (تعداد در هکتار) Deadwood density (n/ha)
30	41.7	1
39	43.6	2
30.4	14	3
0.6	0.7	4

حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین توده تک‌گزینی و شاهد در سطح ۹۵ درصد است.

The different letters indicate significant difference between the harvested and control stands at 95% probability level.

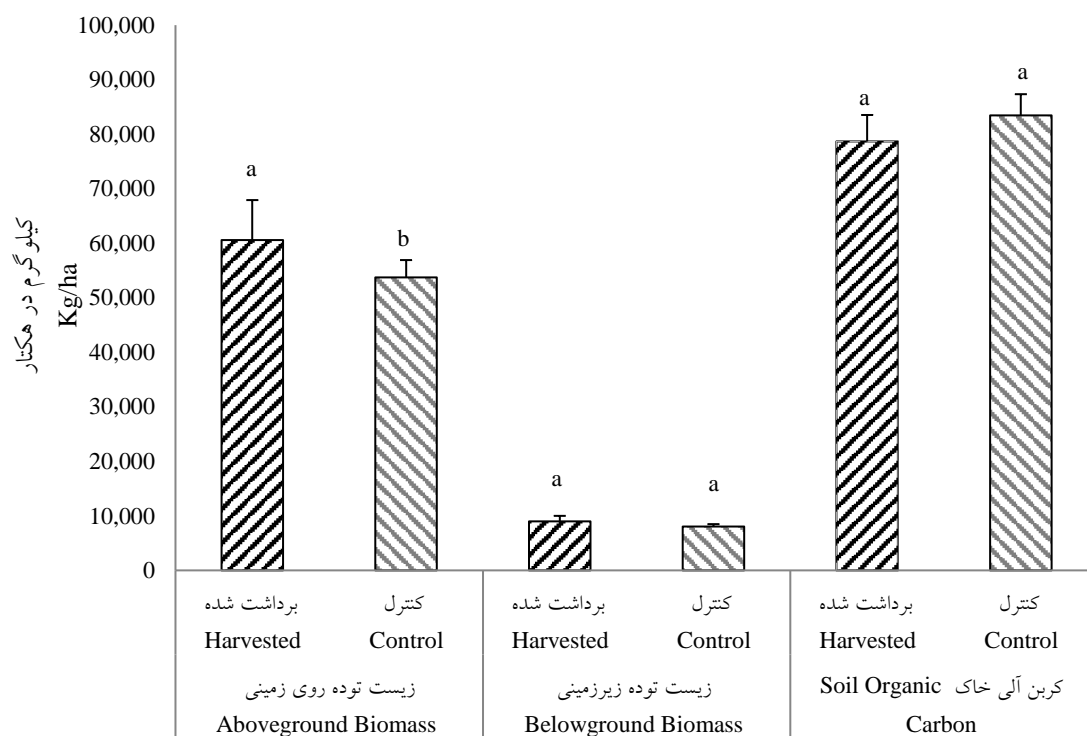


شکل ۲- روند تغییرات زیست‌توده در رابطه با شدت برداشت توده انجیلی - ممرز

Figure 2. Trends of biomass variability in relation with harvest intensity in hornbeam - Persian ironwood stand

مقدار بود حال آنکه این نسبت برای زیست‌توده روی‌زمینی در کمترین شدت برداشت مشاهده شد. گرچه شدت برداشت تأثیر معنی‌داری بر دو مؤلفه زیست‌توده زیرزمینی و کربن آلی خاک نداشت اما مقدار زیست‌توده روی‌زمینی در توده تک‌گزینی بیشتر از توده شاهد بود (شکل ۳).

تأثیر شدت برداشت بر تغییرات زیست‌توده در شکل فوق (شکل دو) نشان داده شده است. شدت برداشت تأثیری بر تغییرات زیست‌توده ایجاد نکرد هرچند افزایش شدت برداشت روند افزایشی بر اغلب مؤلفه‌های زیست‌توده داشت. نسبت زیست‌توده کربن آلی خاک به زیست‌توده کل در توده شاهد بیشترین



شکل ۳- مقایسه زیست‌توده در دو توده تک‌گزینی و شاهد (حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۹۵ درصد است)

Figure 3. Comparison of biomass in harvested and control forests (different letters indicate significant difference at 95% probability level)

روی‌زمینی بین ۱۸ تا ۱۱۱ تن در هکتار در شدت برداشت کم زیست‌توده ۳۵-۸۶ تن، در شدت برداشت متوسط دامنه ۳۴-۱۱۰ تن و در شدت برداشت زیاد دامنه زیست‌توده ۳۰-۱۰۲ تن در هکتار بود. در جدول دو مشخصات تغییرات زیست‌توده ارائه شده است.

در توده شاهد میانگین زیست‌توده روی‌زمینی ۵۳ و در توده برداشت شده ۶۱ تن در هکتار بود. با افزایش شدت برداشت میانگین زیست‌توده روی‌زمینی افزایش یافت که علت آن افزایش کمپنه زیست‌توده روی‌زمینی بود به‌طوری که در توده شاهد دامنه زیست‌توده

جدول ۲- مشخصات زیست توده (کیلوگرم در هکتار) در توده‌های شاهد و برداشت شده

Table 2. Biomass characteristics (Kg/ha) in the control and harvested stands

Harvested stand			توده شاهد	زیست توده
توده تک‌گزینی (برداشت شده) با شدت			Control Stand	Biomass
بیشتر از ۹/۶ درصد	۹/۵ تا ۳/۶ درصد	کمتر از ۳/۵ درصد		
More than 9.6 percent	3.6-9.5 Percent	Less than 3.5 percent		
805-2030 1209.6±86.68	820-1716 1223.3±77.08	1140-1252 1189.5±26.4	708-2122 1206.9±78.33	لاشریزه litter fall
1639-73586 25052.6±5685.56	2788-81109 20346.5±5326.56	1199-16946 8948.8±3267.52	3107-72636 19154.4±2465.61	خشک‌دار Deadwood
15940-60085 37036.9±2652.21	22342-61129 39721.5±3034.12	24168-67594 47030.6±10075.96	10730-60405 33374.2±2103.97	درختان Trees
30389-101664 63299.3±5150.90	34441-109711 61291.3±4805.03	35561-85754 57168.9±12037.49	18144-110509 53735.5±3182.47	روی زمینی Aboveground
4170-12121 7934.1±572.37	4658-12965 7718.7±530.69	4791-10429 7238.6±1354.14	2644-13048 6859.5±357.77	زیرزمینی Belowground
48246-122508 88676.2±4896.68	53622-105072 83934.6±4581.66	54219-77520 63412.9±5071.58	62016-184212 83449.1±3892.12	کربن آلی خاک SOC
109852-194676 159909.6±6825.3	114086-194859 152944.7±5767.7	94571-154856 127820.3±12965.1	95908-303841 144043.9±6174.6	کل Total

در هر ردیف از مؤلفه‌های زیست توده بخش بالا دامنه و پایین میانگین \pm اشتباه معیار است.

In each row of biomass attributes, up shows range and down shows mean \pm standard error.

بحث

(Clarke et al., 2015). در بررسی حاضر تراکم همه

درختان و تراکم گونه‌های اصلی انجیلی و ممرز در توده تک‌گزینی بیشتر از توده شاهد بود که این موضوع با نتایج بررسی (Barzin et al., 2017) در طرح جنگلداری لوه و خان‌دوشان همخوانی داشت. در پژوهش مذکور توده مدیریت شده (به روش تک‌گزینی با تیپ ممرز بلندمازو) نسبت به توده شاهد تراکم بیشتر اما روی-زمینی و حجم سرپای درختان در هکتار کمتر داشت. هرچند در شیوه قطع یکسره مدت زمان لازم برای بازیابی تراکم توده به وضعیت قبل از برداشت تا ۴۶ سال ذکر شده است، لیکن در برداشت مربوط به شیوه گزینشی برداشت تأثیر معنی‌داری بر تراکم توده نداشته است (Hu et al., 2020). در توده تک‌گزینی انجیلی ممرز این پژوهش درختان قطربرابرسینه کمتر اما ارتفاع بیشتری نسبت به توده شاهد داشتند؛ در نتیجه حجم درهکتار درختان در دو توده تفاوت معنی‌داری

در این پژوهش اثر شدت برداشت بر زیست توده انجیلی-ممرز در جنگل شصت کلاته بررسی شد که بر اساس آگاهی کنونی، این نخستین پژوهش در این حوزه است. سه شدت برداشت در توده انجیلی ممرز نسبت به شدت برداشت در توده‌های جنگلی اروپا در محدوده کم تا نسبتاً زیاد قرار داشت (Levers et al., 2014) که نشان می‌دهد تغییرات احتمالی ایجاد شده می‌تواند به-عنوان تیمارهای قابل ملاحظه منظور شود. دامنه زیست توده کل در توده انجیلی ممرز در تمامی توده‌ها بین ۹۴ تا ۳۰۳ با میانگین ۱۴۶ تن در هکتار بود که در محدوده زیست توده جنگل‌های راش رومانی قرار دارد (Bouriaud et al., 2019) و گویای توان تولید مناسب توده انجیلی ممرز هیرکانی است. برش گزینشی یک روش برداشت برای ایجاد ساختار توده ناهمسال با برداشت تک‌درختان یا گروه‌های کوچک درختان است

پرنندگان، خزندگان، حشرات و قارچ‌ها محسوب می‌شوند (Rafiei Jahed et al., 2020). روند تغییرات زیست‌توده خشکه‌دار برخلاف زیست‌توده لاشریزه بود و با افزایش شدت برداشت شاهد روند افزایشی زیست‌توده خشک‌دار بودیم. نتایج نشان داد بیشترین زیست‌توده خشکه‌دار در بالاترین شدت بهره‌برداری وجود داشت، که مورد انتظار بود، چرا که در زمان جنگل‌گردشی و آماربرداری نیز بیشترین درخت بادافتاده در سری تک‌گزینی مشاهده شد. علت آن را می‌توان در کاهش تراکم و باز شدن بیشتر تاج‌پوشش توده دانست که موجب آشفستگی در توده و بروز بادافتادگی در توده تک‌گزینی شده است. در این بررسی فراوانی خشکه‌دار با درجه پوسیدگی دو بیشترین بود که قبلاً در پژوهشی در همین جنگل در توده دخالت‌نشده گزارش شد (Amiri et al., 2015). به‌رحال فراوانی بیشتری از خشکه‌دار جوان (درجه پوسیدگی یک) در توده تک‌گزینی نسبت به توده دخالت‌نشده وجود داشت که علت آن را می‌توان به مدت زمان لازم برای پوسیدگی در دو توده دانست (Sefidi et al., 2016). در توده دخالت‌نشده راش همین منطقه خشکه‌دار سرپا با درجه پوسیدگی یک و افتاده با درجه پوسیدگی دو بیشترین فراوانی را داشتند (Amiri et al., 2015). قابل ذکر است اختلاف معنی‌داری بین فراوانی انواع درجه‌های پوسیدگی خشکه‌دار بین دو توده وجود نداشت.

در این پژوهش تنها اختلاف معنی‌دار بین دو توده تک‌گزینی و شاهد در زیست‌توده روی‌زمینی وجود داشت. رویش درختان در جنگل می‌تواند تحت تأثیر عوامل درونی درخت و شرایط محیطی قرار گیرد که شامل ظرفیت تولیدی رویشگاه، عمق خاک، پاسخ به متغیرهای اقلیمی و نوری (Matala et al., 2009)، Cescatti and Piutti, 1999) بادهای دائمی در جنگل،

نداشت. تراکم بیشتر در توده تک‌گزینی سبب رقابت بیشتر و قطربرابرسینه کمتر درختان شده است.

برداشت در توده انجیلی ممرز سبب تغییر الگوی تخصیص زیست‌توده و تولید خالص اولیه شده که در جنگل‌های مختلف بسته به سن و شرایط منطقه متفاوت است (Zhao and Zhou, 2004). تخصیص زیست‌توده نقش بسیار مهمی را در چرخه کربن اکوسیستم جنگل با ایجاد تغییرات در فتوسنتز و تنفس و تولید زیست‌توده در اندام‌های مختلف درختان بازی می‌کند و در پژوهش‌های متعددی مورد بحث قرار گرفته است (Ruiz-Peinado et al., Bouriaud et al., 2019). تغییرات در تخصیص زیست‌توده روی رشد فردی گیاهان و به موجب آن روی بیوژنوشیمی زمینی، کیفیت لاشبرگ و لاشریزه، سرعت تجزیه، ترسیب کربن و نیتروژن و تبادل گاز بین گیاه و اتمسفر تأثیر می‌گذارد (Cropper and Gholz, 1994). اصولاً تولید لاشریزه درختان را معادل تولید ناخالص اولیه در هر اکوسیستم می‌دانند. در این پژوهش مشخص شد افزایش شدت برداشت سبب کاهش زیست‌توده لاشریزه می‌شود هرچند در کمترین شدت برداشت ۱۱ درصد زیست‌توده لاشریزه نسبت به شاهد افزایش یافت. گرچه درختان دارای سرشت‌های اکولوژیک، نیازهای رویشگاهی، سرعت رشد و دیرزیستی متفاوتی هستند؛ اما مشخص شد در کمترین شدت برداشت بیشترین مقدار افزایش تولید ناخالص از طریق تولید لاشریزه بیشتر صورت می‌گیرد. این موضوع ناشی از جوان‌سازی توده در اثر برداشت کم و فتوسنتز بیشتر ناشی از باز شدن تاج‌پوشش ارزیابی شد.

خشکه‌دار به‌عنوان درختان زیستگاهی نقش مهمی در حفظ تنوع زیستی دارد. آن‌ها شرایط مناسبی برای زادآوری ایجاد می‌کنند، مأمن و لانه مناسبی برای

تغییرات و شدت برداشت در توده قرار می‌گیرد (Kauffman et al., 2019). چنانچه در جدول سه مشاهده می‌شود روند تغییرات مؤلفه‌های زیست‌توده متأثر از شدت برداشت متفاوت است. در مورد زیست‌توده زیرزمینی و لاشریزه روند کاهشی با افزایش شدت برداشت به وجود آمد، حال آنکه در مورد زیست‌توده درختان، خشک‌دار و کربن آلی خاک روند افزایشی مشاهده شد. این موضوع سبب شد که میانگین تغییرات مجموع مؤلفه‌ها یا زیست‌توده کل تحت تأثیر شدت برداشت معنی‌دار نشود که مشابه نتیجه پژوهش Bouriaud et al. (2019) در جنگل راش رومانی بود. از طرفی Jang et al. (2015) در بررسی اثرات بلندمدت در توزیع زیست‌توده جنگلی با سطح برداشت‌های مختلف (زیاد، متوسط و کم) تحت سه برش زادآوری (قطع یکسره، پناهی و گروه‌گزینی) نشان دادند که کل منابع مواد آلی در سطح اکوسیستم در سطح برش‌ها مشابه بوده و هیچ تفاوتی بین تیمارهای بهره‌برداری برای تولید زیست‌توده روی زمینی، ۳۸ سال پس از برداشت مشاهده نشد. Karamdoust Marian et al. (2018) در بررسی تأثیر شدت بهره‌برداری بر رویش حجمی درختان بیان کردند که شدت برداشت تأثیر معناداری بر مقدار رویش حجمی درختان دارد و در نهایت شدت متوسط (۱۳ مترمکعب در هکتار) را به عنوان شدت برداشت مناسب اعلام کردند. با توجه به اختلاف کم زیست‌توده کل در شدت برداشت متوسط و زیاد از یک‌سو و شباهت روند تغییرات آن با توده شاهد از سوی دیگر این دو شدت برداشت می‌توانند مناسب باشند. به‌رحال مدیریت جنگل با برداشت شدید چوب خطر کاهش بهره‌وری را در طول زمان به دلیل تأثیرگذاری بر خواص خاک که منبع تأمین منابع برای رشد گیاه است را افزایش می‌دهد. به طوری که عموماً با افزایش حذف خالص مواد مغذی از یک

زوال جنگل، ظرفیت فتوسنتزی و سطح برگ درختان است (Amini et al., 2009). نتایج برخی پژوهش‌های خارج از کشور مانند Matala et al. (2009) و Hynynen et al. (2015) با توجه به تفاوت در روش‌ها، مجموعه داده‌ها و سناریوهای تحلیل‌شده قابل مقایسه با نتایج این پژوهش نیستند. به‌رحال افزایش معنی‌دار مقدار زیست‌توده روی زمینی درختان در توده تک‌گزینی نسبت به توده شاهد با نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش Mohammadi et al. (2014) در همین منطقه از آنجایی همخوانی دارد که در آن مشخصه‌های رویشی در توده برداشت‌شده بیشتر بوده است. علت این موضوع کاهش رقابت درختان در اثر برداشت و در نتیجه افزایش رویش درختان کم‌قطر، میان‌قطر و با قطر زیاد در توده برداشت شده است که در تحقیق Karamdoust Marian et al. (2018) نیز بیشترین رویش حجمی درختان در توده برداشت شده نسبت به شاهد گزارش شده است.

ذخیره کربن آلی خاک از تعادل بین ورودی کربن خاک از طریق لاشریزی و ته‌نشست اتمسفری با رهاسازی آن از طریق تجزیه حاصل می‌شود (Jandl et al., 2007). نتایج این پژوهش نشان داد شدت برداشت تغییرات معنی‌داری در کربن آلی خاک ایجاد نکرد هرچند روند تغییرات ذخیره کربن خاک با افزایش شدت برداشت افزایشی بود. گرچه در پژوهشی ثابت شده است که برداشت بیشتر سبب کاهش معنی‌داری کربن آلی خاک می‌شود (Zhou, Moslehi et al., 2017)، لیکن جمع‌بندی نتایج پژوهش‌های گذشته نشان داد که برداشت تغییرات معنی‌داری در کربن آلی خاک ایجاد نمی‌کند (Nave et al., 2010) که مشابه نتیجه این پژوهش است.

از طرفی شدت برداشت بر زیست‌توده کل موثر نبود. باید توجه داشت که زیست‌توده و مقدار مؤلفه‌های آن در توده‌های مختلف، به‌طور متفاوت تحت تأثیر نوع

مؤثر که در آن منابع فسیلی با منابع تجدیدپذیر جایگزین شده است برای کاهش تغییرات آب و هوایی، لازم است (FAO, 2011). در عین حال دیگر خدمات اکوسیستم، مانند تنوع زیستی جنگل، باید تأمین و حفظ شوند (Heinonena et al., 2017). از این رو پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده اثر شدت برداشت در شیوه‌های جنگل‌شناسی بر دیگر خصوصیات توده با در نظر گرفتن شاخص‌های تنوع زیستی در توده‌های مختلف جنگل - های شمال انجام شود. در انتها نویسندگان مقاله اذعان دارند که مدت زمان گذشته از برش‌ها در پارسل‌های مختلف با هم متفاوت است که می‌تواند در نتایج عدم قطعیت ایجاد کند. همچنین برداشت‌هایی مانند برداشت درختان بلوط توسط کشور روسیه در سالیان گذشته که فاقد اطلاعات آن هستیم نیز عدم قطعیتی در نتایج ایجاد خواهد کرد.

References

- Alidadi, F.; Marvi Mohajer, M.R., Etemad, V., Sefidi, K., The dynamics of beech and hornbeam dry rot in a mixed beech forest. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2014**, 22 (4), 624-635. (In Persian)
- Amini, M.; Namiranian, M., Sagheb Talebi, Kh., Amini, R., Investigation on the homogeneity of diameter increment models in *Fagus orientalis* trees. *Journal of Wood and Forest Science and Technology* **2009**, 16 (4), 1-13. (In Persian)
- Amiri, M.; Rahmani, R.; Sagheb-Talebi, K.; Habashi, H., 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* **2015**, 22 (1), 185-205.
- Barzegar, A. S., Comparison of the effect of canopy structure on precipitation evaporation in young and Elderly Oak, M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 2010; 60 p. (In Persian)
- Barzin, M.; Mohammadi, J., Shatayee, Sh., Mosavinejad, S.H., Comparison of quantitative and qualitative characteristics of structure of managed and unmanaged masses (Case Study: Loveh forestry plan and household forestry plan). *Journal of Wood and Forest Science and Technology Research* **2017**, 24 (4), 217-236. (In Persian)
- Beets, P.; Pearce, S.; Oliver, G.; Clinton, P., Root/shoot ratios for deriving below-ground biomass of *Pinus radiata* stands. *New Zealand Journal of Forestry Science* **2007**, 37 (2), 267.
- Bouriaud, O.; Don, A.; Janssens, I.; Marin, G.; Schulze, E.-D., Effects of forest management on biomass stocks in Romanian beech forests. *Forest Ecosystems* **2019**, 6 (1), 1-15.
- Brown, S.; Lugo, A. E., Aboveground biomass estimates for tropical moist forests of the Brazilian Amazon. *Interciencia. Caracas* **1992**, 17 (1), 8-18.
- Cairns, M. A.; Brown, S.; Helmer, E. H.; Baumgardner, G. A., Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia* **1997**, 111 (1), 1-11.
- Cescatti, A.; Piutti, E., A new detrending method for the analysis of the climatic-competition relations in tree rings sequences. *Tree ring analysis* **1999**, 17, 249-264.
- Clarke, N.; Gundersen, P.; Jönsson-Belyazid, U.; Kjønnaas, O. J.; Persson, T.; Sigurdsson, B. D.; Stupak, I.; Vesterdal, L., Influence of different tree-harvesting intensities on forest
- رویشگاه همراه است و همچنین بر فرآیندهایی مانند آبشویی، فرسایش و رشد پوشش گیاهی ناخواسته تأثیر می‌گذارد (DeBruler et al., 2019). از این رو بر اساس نتایج پژوهش که مبتنی بر مشخصه زیست‌توده است، شدت برداشت متوسط (۳/۶-۹/۵ درصد) به‌عنوان شدت برداشت مناسب تعیین شد. از سوی دیگر Moayeri et al. (2014) رویش حجمی را در جنگل‌های انجیلی ممرز ۵/۹ سیلو در هکتار گزارش کردند. متوسط برداشت در اروپا ۶۵ درصد رویش است (Forest Europe et al., 2011) که معادل ۳/۸ سیلو می‌شود که نزدیک به حد برداشت مناسب تعیین شده در این پژوهش می‌شود. در نهایت تجزیه و تحلیل تغییرات توده‌های بررسی شده، تفاوت معنی‌داری را در مؤلفه‌های زیست‌توده نشان نداد. افزایش تولید چوب و زیست-توده برای حرکت به سمت جامعه کم کربن و با منابع

- soil carbon stocks in boreal and northern temperate forest ecosystems. *Forest Ecology and Management* **2015**, 351, 9-19.
- Cropper Jr, W. P.; Gholz, H. L., Evaluating potential response mechanisms of a forest stand to fertilization and night temperature: a case study using *Pinus elliottii*. *Ecological Bulletins* **1994**, 154-160.
- Daryaei, A.; Sohrabi, H., Aboveground biomass estimation of small diameter trees of *Carpinus betulus*, *Fagus orientalis* and *Parrotia persica* by using power regression model. *Journal of Wood & Forest Science and Technology* **2015**, 22 (2), 137-150. (In Persian)
- DeBruler, D. G.; Schoenholtz, S. H.; Slesak, R. A.; Strahm, B. D.; Harrington, T. B., Soil phosphorus fractions vary with harvest intensity and vegetation control at two contrasting Douglas-fir sites in the Pacific northwest. *Geoderma* **2019**, 350, 73-83.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), Bioenergy and food security criteria and indicators (BEFSCI) project - A compilation of bioenergy sustainability initiatives, Rome, 2011; 65 p.
- Forest Europe, UNECE, FAO, State of Europe's forests 2011. Status and trends in sustainable forest management in Europe. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Forest Europe Liaison Unit Oslo, Aas, 2011; 337 p.
- Habashi, H., Studying the importance of dead trees in Vaz forest of Mazandaran, Ms.C Thesis. Forestry, natural resources faculty, Tarbiat Modares University, 1997; 127 p. (In Persian)
- Habashi, H.; Rafiee, F., Variables influencing humus forms differentiation in Hyrcanian forest in the local scale (Case study: Shast-Kalateh Gorgan). *Journal of Forest Research and Development* **2019**, 5 (3), 343-356. (In Persian)
- Heinonen, T.; Pukkala, T.; Mehtätalo, L.; Asikainen, A.; Kangas, J.; Peltola, H., Scenario analyses for the effects of harvesting intensity on development of forest resources, timber supply, carbon balance and biodiversity of Finnish forestry. *Forest Policy and Economics* **2017**, 80, 80-98.
- Hu, J.; Herbohn, J.; Chazdon, R. L.; Baynes, J.; Vanclay, J. K., Above-ground biomass recovery following logging and thinning over 46 years in an Australian tropical forest. *Science of the Total Environment* **2020**, 734, 139098.
- Hynynen, J.; Salminen, H.; Ahtikoski, A.; Huuskonen, S.; Ojansuu, R.; Siipilehto, J.; Lehtonen, M.; Eerikäinen, K., Long-term impacts of forest management on biomass supply and forest resource development: a scenario analysis for Finland. *European Journal of Forest Research* **2015**, 134 (3), 415-431.
- Jandl, R.; Lindner, M.; Vesterdal, L.; Bauwens, B.; Baritz, R.; Hagedorn, F.; Johnson, D. W.; Minkinen, K.; Byrne, K. A., How strongly can forest management influence soil carbon sequestration? *Geoderma* **2007**, 137 (3-4), 253-268.
- Jang, W.; Keyes, C. R.; Page-Dumroese, D. S., Long-term effects on distribution of forest biomass following different harvesting levels in the northern Rocky Mountains. *Forest Ecology and Management* **2015**, 358, 281-290.
- Kaiser, I. M.; Aatif, H.; Ajeet, K.N., An overview of biomass estimation methods. *Research Journal of Social Science and Management* **2014**, 10, 42- 57.
- Karamdost Marian, B.; Bonyad, A.; Tavankar, F., Effect of harvest intensity on volume growth of mixed beech stands in Asalem Nav forests. *Journal of Forest Research and Development* **2019**, 4 (4), 533-547.
- Kauffman, J. B.; Ellsworth, L. M.; Bell, D. M.; Acker, S.; Kertis, J., Forest structure and biomass reflects the variable effects of fire and land use 15 and 29 years following fire in the western Cascades, Oregon. *Forest Ecology and Management* **2019**, 453, 117570.
- Levers, C.; Verkerk, P. J.; Müller, D.; Verburg, P. H.; Butsic, V.; Leitão, P. J.; Lindner, M.; Kuemmerle, T., Drivers of forest harvesting intensity patterns in Europe. *Forest Ecology and Management* **2014**, 315, 160-172.
- Luyssaert, S.; Hessenmöller, D.; Von Lüpke, N.; Kaiser, S.; Schulze, E., Quantifying land use and disturbance intensity in forestry, based on the self-thinning relationship. *Ecological Applications* **2011**, 21 (8), 3272-3284.
- Matala, J.; Kärkkäinen, L.; Härkönen, K.; Kellomäki, S.; Nuutinen, T., Carbon sequestration in the growing stock of trees in Finland under different cutting and climate scenarios. *European Journal of Forest Research* **2009**, 128 (5), 493-504.

- Moayeri, M. H.; Hatami, N., Comparison of estimating methods of the allowable cut in the district one of Dr. Bahramnia Forest Management Plan. *Journal of Wood and Forest Science and Technology* **2014**, *21* (3), 93-112.
- Mohammadi, J.; Shatayee, Sh., Namiranian, M., Comparison of quantitative and qualitative characteristics of structure and composition of natural and managed stands. Shast Kalate forest, Gorgan. *Journal of Wood and Forest Science and Technology Research* **2014**, *21* (21), 1-11. (In Persian)
- Moslehi, M.; Habashi, H.; Rahmani, R.; Sohrabi, H.; Saghebtalebi, K., Soil organic carbon and soil organic carbon pool in the managed and unmanaged beech-hornbeam stand. *Journal of Environmental Science and Technology* **2017**, *19* (4), 437-450.
- Mund, M., Carbon pools European beech forests (*Fagus sylvatica*) under different silvicultural management, Ph.D. dissertation, Gottingen University, 2004; 263 p.
- Naudts, K.; Chen, Y.; McGrath, M. J.; Ryder, J.; Valade, A.; Otto, J.; Luyssaert, S., Europe's forest management did not mitigate climate warming. *Science* **2016**, *351* (6273), 597-600.
- Nave, L. E.; Vance, E. D.; Swanston, C. W.; Curtis, P. S., Harvest impacts on soil carbon storage in temperate forests. *Forest Ecology and Management* **2010**, *259* (5), 857-866.
- Noori, Z.; Feghhi, J., Marvi Mohajer, M.R., Spatial distribution pattern and volume of droughts in the northern part of Iran (Case studies: Grazban section of Kheirood forest). *Iranian Journal of Natural Ecosystems Research* **2013**, *5* (1), 1-14. (In Persian)
- Pearson, T. R., *Measurement guidelines for the sequestration of forest carbon*. US Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station: 2007; Vol. 18.
- Pourazimi, M., Estimation and comparison of forest land carbon storage in unmanaged and managed stands of Dr. Bahramnia forestry plan using LIDAR, radar and aerial digital camera data. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Thesis, 2016; 177 p. (In Persian)
- Pourazimi, M.; Shatayee, Sh., Attarchi, S., Mohammadi, J., Estimation of ground mass of Hyrcanian forests using Alos-Palsar radar data Case Study: Shast Kalate Gorgan. *Iranian Journal of Natural Resources* **2017**, *27* (3), 488-479. (In Persian)
- Pretzsch, H., Stand density and growth of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.): evidence from long-term experimental plots. *European Journal of Forest Research* **2005**, *124* (3), 193-205.
- Rafiei Jahed, R. R.; Kavousi, M. R.; Farashiani, M. E.; Sagheb-Talebi, K.; Babanezhad, M.; Courbaud, B.; Wirtz, R.; Müller, J.; Larrieu, L., A comparison of the formation rates and composition of tree-related microhabitats in beech-dominated primeval Carpathian and Hyrcanian forests. *Forests* **2020**, *11* (2), 144.
- Rahanjam, S.; Marvi Mohajer, M.R., Zobieri, M., Sefidi, K., Quantitative and qualitative study of droughts in the natural masses of Hyrcanian forests (Case study: Grazeban series of Kheirood forest, Nowshahr). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2017**, *25* (4), 666-656. (In Persian)
- Reyes, G.; Brown, S., Chapman, J., Lugo, A. E., Wood densities of tropical tree species. USDA Forest Service, General Technical Report SO-88, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana, USA. 1992. 32pp.
- Ruiz-Peinado, R.; Oviedo, J. A. B.; Senespleda, E. L.; Oviedo, F. B.; del Río Gaztelurrutia, M., Forest management and carbon sequestration in the Mediterranean region: A review. *Forest Systems* **2017**, *26* (2), 10.
- Sefidi, K.; Esfandyari, F., Sharari, M., The decay time and rate determination in oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) dead trees in Asalem forests. *Journal of Environmental Studies* **2016**, *42* (3), 551-563.
- Taylor, A. R.; Wang, J. R.; Chen, H. Y., Carbon storage in a chronosequence of red spruce (*Picea rubens*) forests in central Nova Scotia, Canada. *Canadian Journal of Forest Research* **2007**, *37* (11), 2260-2269.
- Vafaei, S.; Soosani, J.; Adeli, K.; Fadaei, H.; Naghavi, H., Estimation of aboveground biomass using optical and radar images (case study: Nav-e Asalem forests, Gilan). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2017**, *25* (2).
- Yang, Y. S.; Guo, J.; Chen, G.; Xie, J.; Gao, R.; Li, Z.; Jin, Z., Carbon and nitrogen pools in Chinese fir and evergreen broadleaved forests and changes associated with felling and burning in mid-subtropical China. *Forest Ecology and Management* **2005**, *216* (1-3), 216-226.

Zhao, M.; Zhou, G.-S., Estimation of biomass and net primary productivity of major planted forests in China based on forest inventory data. *Forest Ecology and Management* **2005**, *207* (3), 295-313.

Zhou, X.; Zhou, Y.; Zhou, C.; Wu, Z.; Zheng, L.; Hu, X.; Chen, H.; Gan, J., Effects of cutting

intensity on soil physical and chemical properties in a mixed natural forest in southeastern China. *Forests* **2015**, *6* (12), 4495-4509.

The Effect of harvesting intensity in single-tree selection on biomass of hornbeam - Persian ironwood stand

M. Radaei¹, H. Habashi^{*2}, Rahmani³, Sh. Shataee⁴ and H. Sohrabi⁵

1- Ph.D. Student of Silvicultural and Forest Ecology, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, I. R. Iran. (mah_radaei@yahoo.com)

2- Associate Professor, Faculty of Forest Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, I. R. Iran. (habashi@gau.ac.ir)

3- Associate Professor, Faculty of Forest Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, I. R. Iran. (rahmani@gau.ac.ir)

4- Professor, Faculty of Forest Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, I. R. Iran. (shataee@gau.ac.ir)

5- Associate Professor, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, I. R. Iran. (hsohrabi@modares.ac.ir)

Received: 23.05.2020 Accepted: 28.11.2020

Abstract

The present study aims to evaluate the effect of single-tree selection harvest intensity on biomass of hornbeam-Persian ironwood stand. For this purpose, information on all trees and dead trees were collected in 70 half-hectare plots. The 35 sample plots were in single-tree selection stands with three harvest intensities and the same sample plots were in control stand. Trees litter fall were measures from September to February and the storage of soil organic carbon was determined through organic carbon and bulk density. Then, tree biomass, litter biomass, dead tree biomass and total biomass were finally calculated. The results showed with increasing the rate of harvest intensity up to 13.5% the total biomass had rising trends, although harvest intensity had no significant effect on aboveground and belowground biomass and soil organic carbon. The aboveground biomass was higher in single-tree selection stand than control stand. The average of total biomass was 147 and 144 ton/ha in harvest and control hornbeam-Persian ironwood stands respectively and harvesting increased two percent of mean total biomass. The medium harvest intensity (3.6-9.5% of stand volume) was finally determined as appropriate selective logging intensity. The correspondence of litter biomass and dead tree biomass as bio indicator indicated that tree marking in the single-tree selection system was advisable.

Keywords: Biomass, Harvest, Litter, Dead tree, Selection system.

* Corresponding author

Tel: +989113701070