

تحول کمی توده دست کاشت پلت (*Acer velutinum* Boiss.) امامزاده عبدالله آمل ۲۰ سال پس از تنک کردن

مجید حسنی^{۱*}، روح‌اله حسن‌زاده^۲، هادی کیادلیری^۳ و علیرضا اسلامی^۴

*۱- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

پست الکترونیک: hassani@rifr-ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

۳- دانشیار، گروه جنگلداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

۴- دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۲۹

چکیده

پژوهش پیش‌رو با هدف بررسی اثر تنک کردن بر ویژگی‌های کمی درختان آینده در یک طرح آزمایش با کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح پایه کامل تصادفی با سه تیمار اصلی و دو تیمار فرعی در سه تکرار و در مجموع در نه قطعه نمونه به مساحت ۳۰ تا ۴۰ آر انجام شد. قطعه نمونه‌ها در توده‌های جنگلی دست‌کاشت و جوان پلت (*Acer velutinum* Boiss.) در سال ۱۳۷۳ استقرار یافته بودند. داده‌ها پس از یک دوره ۲۰ ساله با شش بار تنک کردن و آماربرداری صددرصد از درختان آینده تجزیه و تحلیل شد. نتایج نشان داد که برای متغیرهای وابسته شامل قطر برابر سینه، ارتفاع کل، ارتفاع تنه و قطر تاج، اختلاف بین تیمار اصلی تنک کردن شدید (برداشت ۲۰ تا ۲۵ درصد رویه زمینی)، ضعیف (برداشت ۱۰ تا ۱۵ درصد رویه زمینی) و شاهد معنی‌دار بود، اما برای تیمار فرعی (گردش سه و پنج سال) و تلاقی بین تیمار اصلی و تیمار فرعی اختلاف معنی‌دار نبود. بیشترین قطر برابر سینه (۳۲/۹۵ سانتی‌متر) مربوط به تیمار شدید و کمترین آن (۲۷/۳۹ سانتی‌متر) مربوط به تیمار شاهد بود. بیشترین ارتفاع کل (۲۴/۴۲ متر) در تیمار شدید و کمترین آن (۲۳/۶۳ متر) در تیمار شاهد مشاهده شد. منحنی توزیع فراوانی قطری درختان آینده پس از ۲۰ سال برای تیمار شدید، پخت‌تر از تیمارهای ضعیف و شاهد بود. همچنین، اصلاح ضریب پایداری در تیمارهای دخالت‌شده به مراتب بهتر از شاهد بود، به طوری که این ضریب برای قطر متوسط در تیمار شدید کمتر از ۸۰، تیمار ضعیف بین ۸۰ تا ۸۵ و تیمار شاهد نزدیک ۱۰۰ بود.

واژه‌های کلیدی: آماربرداری صددرصد، درخت آینده، ضریب پایداری، ویژگی‌های کمی.

مقدمه

گونه‌های پهن‌برگ را دارند. این گونه‌ها از نظر فناوری، بیشترین کیفیت را داشته و قابل استفاده در اقتصادی‌ترین صنایع یعنی «روکش» هستند. اعتقاد بر این است که به‌جز

جنگل‌های شمال کشور از بهترین شرایط رویشگاهی (اقلیم و خاک) برخوردارند و قابلیت تولید با ارزش‌ترین

تهران به همراه کریپتومیریا و زربین) شد. مساحت این جنگل‌کاری‌ها پس از تحولاتی در حال حاضر به حدود ۱۵۰ هکتار کاهش یافته است. این توده‌ها از نظر سن، همگن بودن و کیفیت عمومی، برای استقرار طرح آزمایش مربوط به پژوهش پیش‌رو (تنک کردن) با شدت و گردش متفاوت، بر پایه انتخاب و مشخص کردن «درختان آینده» بسیار مناسب بودند. توده مورد بررسی پس از چندین بار تنک کردن در کرت‌های آزمایشی از سال ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۶ به‌عنوان یک طرح تحقیقاتی تجزیه و تحلیل شد. اکنون پس از گذشت هشت سال از پایان طرح، ویژگی‌های کمی و کیفی درختان آینده پایش شد.

در توده‌های دست‌کاشت جنگل‌های هیرکانی طی چند دهه اخیر، تحول محسوسی از نظر «انتخاب گونه» انجام شده است، به‌طوری که در جنگل‌کاری‌ها به گونه‌های پهن‌برگ بومی (به‌عنوان مثال، جنگل‌کاری با پلت به‌خصوص در پایین‌بند) توجه بیشتری شده است. جنگل‌کاری‌های پایین‌بند وسیع‌ترین عرصه‌های مخروبه را دارند و کاشت پلت در این عرصه‌ها به‌طور پراکنده و در لکه‌های تا حدودی بزرگ انجام شده است. همچنین، این گونه جزو یکی از گونه‌های تندرشد جنگل‌های هیرکانی است که در چند دهه اخیر جنگل‌کاری با آن انجام شده و توده‌های خالص و همسال آن در عرصه‌های مخروبه این جنگل‌ها به‌وجود آمده است. بنابراین ضرورت توجه به این گونه از نظر مراقبت‌های پرورشی بیش از پیش احساس می‌شود (Hassani & Amani, 2004).

با توجه به گسترش پژوهش در ایران، تعداد مطالعات انجام‌شده در مورد پلت طی چند دهه اخیر قابل توجه است. بررسی‌های کمی و کیفی پس از تنک کردن در توده‌های دست‌کاشت پلت می‌تواند ابزاری برای مدیریت عملیات تنک کردن در این توده‌ها باشد. Firouzan و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی اثرات عملیات پرورشی تنک کردن بر مشخصه‌های کمی و کیفی کاج تدا (*Pinus taeda*) در لاهیجان دریافتند که ضریب کاهش قطری در توده تنک‌شده نسبت به توده تنک‌نشده کمتر بود، زیرا تنک کردن شرایط

نقش‌های غیرتولیدی و بسیار حیاتی، این جنگل‌ها از نظر تولیدی و اقتصادی نیز بسیار با ارزش بوده و در سطح ملی، اهمیت راهبردی دارند. بعضی از این گونه‌ها از جمله پلت که گونه‌ای تندرشد است، در برخی رویشگاه‌های شمال کشور (منطقه اسالم) به یک دیرزیستی مناسب با ابعاد بسیار بزرگی (قطر برابر سینه بیشتر از دو متر) می‌رسند که همانند آن هرگز در جنگل‌های معتدله اروپا دیده نشده است (Amani, 1991).

امروزه در کشورهای اروپایی پس از یک قرن تجربه و پژوهش در مورد یک اصل اساسی، اتفاق نظر کامل وجود دارد و آن این است که دستیابی به بیشترین حجم از باکیفیت‌ترین محصولات چوبی یعنی گرده‌بینه‌های راش و بلوطی که مناسب روکش‌گیری باشند، فقط در صورت اجرای «مواظبت‌های پرورشی» در توده‌های جوان، یعنی انجام عملیات آزاد کردن، پاک کردن و نیز برش‌های تنک کردن امکان‌پذیر خواهد بود. این دخالت‌ها باید از ابتدای استقرار زادآوری (طبیعی یا مصنوعی) شروع شوند و در زمان‌های مناسب به‌طور مکرر و مستمر در طی تحول توده جوان انجام گیرند، به‌طوری که این دخالت‌ها تا مرحله توده جنگلی رسیده یا آماده برای زادآوری دوباره ادامه یابند. مواظبت‌های پرورشی اشاره‌شده به هم وابسته هستند و در واقع لازم و ملزوم یکدیگرند. به‌عبارت دیگر، هر دخالتی ادامه منطقی دخالت پیشین است (Amani, 1991).

هدف اصلی پژوهش پیش‌رو، بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی یک توده دست‌کاشت پلت (*Acer velutinum* Boiss.) در منطقه امام‌زاده عبدالله آمل پس از انجام عملیات تنک کردن با تیمارهای مختلف بود. دخالت‌های فنی در طرح آزمایش تنک کردن در یک دوره ۱۲ ساله در توده مورد نظر انجام شده بود. پس از گذشت ۲۰ سال از شروع طرح، درختان آینده از نظر کمی و کیفی تجزیه و تحلیل شدند. توده‌های پلت مورد مطالعه، بخشی از جنگل‌کاری‌های اجراشده در سال‌های ۱۳۶۲ تا ۱۳۶۶ هستند که طی آن، پلت و تعداد محدودی توسکا و صنوبر جایگزین جنگل‌کاری‌های ناموفق سال‌های ۱۳۴۸ تا ۱۳۵۴ (کاج

ارزیابی شد (Lowell et al., 2012). نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین قطعه‌نمونه‌های تنک‌شده و شاهد از نظر حجم و بهبود محصول وجود نداشت. در آلبانی گزارش شد که تنک کردن توده‌های بلوط در افزایش رویش شعاعی و پیرو آن افزایش حجم درختان مؤثر بود (Toromani et al., 2013). گزارش شده است که تنک کردن نقش مهمی در بهبود کیفیت چوب و درجه‌بندی الوار به‌دست‌آمده از جنگل‌های بلوط بازی می‌کند (Toromani et al., 2013). Lindgren و Sullivan (۲۰۱۳) واکنش‌های رویشی کاج (*P. contorta*) را به تنک کردن پیش‌تجاری در سطح درخت و توده ارزیابی کردند. نتایج یک پژوهش با عنوان تأثیر فاصله کاشت و تنک کردن بر خواص چوب در جنگل‌کاری سوزنی‌برگان حاکی از آن بود که استفاده از مواد اولیه کاشت اصلاح‌شده با فاصله کاشت ۲×۲ متر همراه با انتخاب درختان با کیفیت زیاد منجر به افزایش کیفیت چوب‌های تولیدی شد (Liziniewicz, 2014). در بررسی تغییرات رویش قطری و ساختار توده‌های جنگل‌کاری‌شده کاج (*P. contorta*) پس از گذشت ۲۵ سال از عملیات تنک کردن گزارش شد که تنک کردن سبب کاهش ضریب قدکشیدگی، کاهش تعداد در هکتار و افزایش میانگین رویش قطری و حجمی درختان شده بود (Sullivan & Sullivan, 2016). نتایج پژوهش دیگری به‌منظور بررسی اثرات تنک کردن بر کاج جنگلی (*P. sylvestris*) نشان داد که تنک کردن با شدت زیاد باعث کاهش محصول حجمی شد (del Río et al., 2017)، گرچه مقدار کاهش به رویشگاه، منطقه و سن توده بستگی داشت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در زمستان ۱۳۹۴ در توده‌های دست‌کاشت ۳۰ ساله پلت (از پروونانس محلی و با فاصله کاشت اولیه ۲×۲ متر در سال ۱۳۶۴) واقع در طرح جنگل‌داری هلموسر آمل انجام شد. منطقه مورد بررسی در مختصات ۲۰ ۴۲

مناسبی را برای رقابت یکسان در توده فراهم می‌کند که همین عامل باعث استوانه‌ای‌تر شدن درختان می‌شود. Forouzesht-Sotgavaberi و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که به‌دلیل عدم اجرای عملیات پرورشی به‌ویژه تنک کردن در یک توده دست‌کاشت توسکای بیلاقی، توده مورد بررسی از نظر ویژگی‌های کمی و کیفی به‌ویژه رویش سالانه قطری و ارتفاعی، وضعیت مناسبی نداشت. بنابراین، بر اجرای تنک کردن در چنین توده‌هایی تأکید شد. Eslami و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی اجرای عملیات پرورشی تنک کردن در توده‌های دست‌کاشت پلت در جنگل‌های چوب و کاغذ مازندران به این نتیجه رسیدند که بین دو توده از نظر رویش قطری، حجمی، ارتفاعی، سطح مقطع و ضریب قدکشیدگی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. Pourmajidian و همکاران (۲۰۱۷)، اثر سه مرحله تنک کردن بر رویش قطری درختان در یک توده همسال توسکای بیلاقی و پلت را در سری چندلا واقع در شمال شهرستان زیرآب استان مازندران بررسی کردند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که میانگین قطر برابر سینه و رویش متوسط قطری هر دو گونه در توده تنک‌شده بیشتر از توده شاهد بودند. همچنین، میانگین قطر برابر سینه و رویش متوسط قطری در توده‌های مدیریت‌شده و شاهد توسکای بیلاقی بیشتر از توده‌های مدیریت‌شده و شاهد پلت بود. البته، ضریب قدکشیدگی درختان پلت در هر دو توده مدیریت‌شده و شاهد بیشتر از توده‌های مدیریت‌شده و شاهد توسکای بیلاقی گزارش شد. نتایج این پژوهش حاکی از آن بود که اثرات مثبت تنک کردن بر ویژگی‌های جنگل‌شناسی توده توسکای بیلاقی به‌مراتب بیشتر از پلت بود.

در اروپا طی چهار دهه اخیر پژوهش‌های بسیاری در مورد تنک کردن در توده‌های جنگلی انجام شده است. Zhang و همکاران (۲۰۰۹) اشاره کردند که چنانچه هدف از تنک کردن افزایش کیفیت الوار و نیز رویش و بازیابی چوب در حد متوسط باشد، بهتر است از تنک کردن با شدت متوسط استفاده شود. در بررسی دیگری، اثرات تنک کردن بر کیفیت چوب تسوگا و نوئل در جنوب شرق آلاسکا

سال ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۵ هر سال پس از پایان هر فصل رویش، بررسی‌های کمی درختان آینده به صورت منظم انجام شد. آخرین بررسی نیز مربوط به زمستان ۱۳۹۴ بود. به این منظور، برداشت اطلاعات کمی و کیفی شامل آماربرداری صددرصد با اندازه‌گیری مشخصه‌های قطر برابر سینه، ارتفاع کل، قطر تاج، ارتفاع تنه، ارتفاع تاج، تقارن یا عدم تقارن تاج، سلامت جوانه انتهایی و سلامت تنه درختان آینده در نه قطعه نمونه طرح آزمایش انجام شد.

تجزیه و تحلیل آماری

به منظور بررسی تأثیر تنک کردن بر سرعت رشد قطری، توزیع درختان در طبقه‌های قطری، اصلاح ضریب قدکشیدگی و رویش متوسط قطر برابر سینه، رویه زمینی، ارتفاع کل و قطر متوسط تاج درختان آینده با استفاده از فرم‌های از پیش تعیین شده در محیط نرم‌افزار Excel محاسبه شد. همچنین، برای استخراج نمودارها و تجزیه و تحلیل آماری آن‌ها از تحلیل واریانس و آزمون مقایسه میانگین دانکن در نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

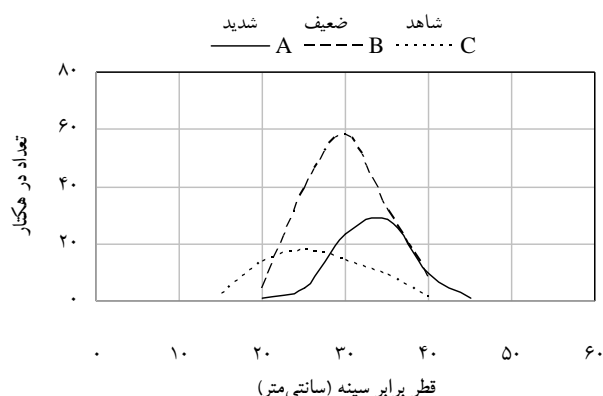
نتایج

توزیع فراوانی درختان آینده در طبقه‌های قطری شکل ۱ منحنی‌های توزیع فراوانی قطری درختان آینده در سه تیمار شدید، ضعیف و شاهد را نشان می‌دهد. در تیمار شدید، منحنی پخ‌تر و به صورت عرضی در حال پیشرفت بود که ضریب کشیدگی آن ۲/۱۴۳ و دامنه قطری آن جلوتر و بیشتر از دو تیمار دیگر بود. همچنین، این منحنی در تیمار ضعیف، دامنه قطری کوتاه‌تر با ضریب کشیدگی ۱/۱۴۵ داشت و از نظر طولی در حال گسترش بود. تیمار شاهد نیز دارای کمترین دامنه کمینه با ضریب کشیدگی ۰/۱۵۷ بود و از نظر دامنه بیشینه با تیمار ضعیف هم‌رتبه بود.

۵۲° طول شرقی ۴۹ ۲۳ ۳۶° عرض شمالی واقع شده است که در پنج کیلومتری جاده هراز آمل و در شرق جاده امامزاده عبدالله قرار دارد. این رویشگاه در حال حاضر دارای مساحتی حدود ۱۵۰ هکتار بوده و در عرصه‌ای کم‌شیب با دامنه ارتفاعی ۸۰ تا ۱۰۰ متر از سطح دریا واقع شده است. خاک منطقه خیلی عمیق، قهوه‌ای تیره تا قهوه‌ای مایل به خاکستری است که بر روی رسوبات آبرفتی دارای بافت متوسط تا سنگین قرار دارد. در مجموع، خاک منطقه در شرایط فیزیوگرافی دشت‌های دامنه‌ای هموار قرار داشته و آبرفت رودخانه‌ای آن مربوط به دوران چهارم زمین‌شناسی است (Hassani et al., 2016).

روش پژوهش

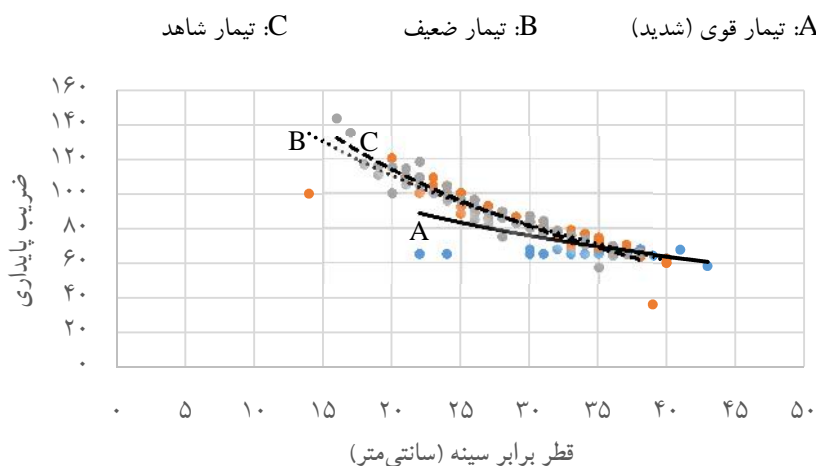
پژوهش اولیه به صورت آزمایش کرت‌های یک‌بار خردشده و در قالب طرح پایه کامل تصادفی، دارای سه تیمار اصلی و دو تیمار فرعی با سه تکرار و در نه قطعه نمونه انجام شد که مساحت هر کدام ۳۰ تا ۴۰ آر (جبر شکل هندسی عرصه و همگنی توده جنگلی) بود (Townend, 2003). روش تنک کردن، انتخابی و با مشخص کردن درختان آینده در سلول‌ها انجام شد. سه تیمار اصلی عبارت بودند از: A تنک کردن شدید (برداشت ۲۰ تا ۲۵ درصد رویه زمینی)، B تنک کردن ضعیف (برداشت ۱۰ تا ۱۵ درصد رویه زمینی) و C شاهد که دخالتی در آن انجام نشد (Hassani et al., 2016). در زمستان سال‌های ۱۳۷۳ و ۱۳۷۷ آماربرداری صددرصد شامل بررسی‌های کمی و کیفی توده اصلی (قطر برابر سینه، ارتفاع کل، قطر تاج، ارتفاع تنه، ارتفاع تاج، تقارن تاج، سلامت جوانه انتهایی و سلامت تنه) انجام شد. در سال ۱۳۷۴، درختان آینده (۸۰ و ۱۵۰ درخت آینده) بر اساس تیمارهای سه‌گانه انتخاب و مکان‌یابی شدند. در زیرقطعه‌نمونه‌ها در سال‌های ۱۳۷۴، ۱۳۷۷، ۱۳۸۰ و ۱۳۸۳ تیمارهای فرعی به صورت تنک کردن با گردش سه‌ساله و در سال‌های ۱۳۷۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴، تنک کردن با گردش پنج‌ساله اجرا و مکان‌یابی شد. همچنین، از



شکل ۱- توزیع فراوانی درختان آینده در طبقه‌های قطر برابر سینه در تیمارهای سه‌گانه

نسبت به تیمارهای ضعیف و شاهد، کاهش می‌یافت. ضریب پایداری در دو تیمار ضعیف و شاهد با اختلاف اندک و شیب یکسانی در حال کاهش بود.

تحول ضریب پایداری یا عامل قد کشیدگی در تیمارهای سه‌گانه شکل ۲ رگرسیون ضریب‌های پایداری را برای هر تیمار نشان می‌دهد. با استناد به آخرین داده‌برداری، ضریب پایداری برای تیمار تنک کردن قوی با شیب ملایم‌تری



شکل ۲- منحنی ضرایب پایداری در تیمارهای سه‌گانه

تیمارهای شدید، ضعیف و شاهد (۳/۰۳، ۸/۲۷ و ۲۶/۲۱ سانتی متر مربع) مشاهده شد. بیشترین رویش ارتفاع کل به ترتیب مربوط به تیمارهای شدید، ضعیف و شاهد (۵۹/۰، ۵۷/۰ و ۵۵/۰ متر در سال) بود. بیشترین رویش قطر متوسط تاج نیز به ترتیب در تیمارهای شدید، ضعیف و شاهد (۱۶/۰، ۱۳/۰ و صفر متر) در سال محاسبه شد.

تحول ویژگی‌های کمی درختان آینده

در جدول ۱ رشد متوسط قطر برابر سینه، رویه زمینی، ارتفاع کل و قطر تاج درختان آینده در طول ۲۰ فصل رویش با یکدیگر مقایسه شده است. بیشترین رویش قطری سالانه مربوط به تیمار شدید (۹۹۴/۰ سانتی متر) و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد (۶۴/۰ سانتی متر) بود. بیشترین رویش رویه زمینی به ترتیب در

جدول ۱- رشد متوسط قطر برابر سینه، رویه زمینی، ارتفاع کل و قطر تاج درختان آینده طی ۲۰ فصل رویش در تیمارهای سه گانه

سال	تیمار	متوسط قطر برابر سینه (سانتی متر)	متوسط رویه زمینی (سانتی متر مربع)	متوسط ارتفاع کل (متر)	متوسط قطر تاج (متر)
۱۳۷۴	A	۱۳/۱۹	۱۳۷/۵۸	۱۲/۴۷	۳/۳۹
۱۳۹۴	A	۳۳/۰۷	۸۵۸/۱۲۶	۲۴/۳	۶/۴۶
رشد در ۲۰ سال					
متوسط رشد سالانه					
		۰/۹۹۴	۳۶/۰۳	۰/۵۹	۰/۱۶
۱۳۷۴	B	۱۳	۱۳۴/۷	۱۲/۷۲	۳/۴
۱۳۹۴	B	۳۰/۱	۶۹۰/۶۶۵	۲۴/۱۳	۵/۹۱
رشد در ۲۰ سال					
متوسط رشد سالانه					
		۰/۸۵	۲۷/۸	۰/۵۷	۰/۱۳
۱۳۷۴	C	۱۳/۷۹	۱۴۹/۶	۱۲/۷۳	۳/۹۴
۱۳۹۴	C	۲۶/۷	۵۷۴/۷۲۱	۲۳/۶۵	۳/۰۹
رشد در ۲۰ سال					
متوسط رشد سالانه					
		۰/۶۴	۲۱/۲۶	۰/۵۵	۰

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس دوطرفه

منبع تغییرات	متغیر وابسته	مجذور مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	معنی داری
قطر برابر سینه	قطر برابر سینه	۹۲/۸۷۶	۲	۴۶/۴۳۸	۱۸/۹۷۱	**
تیمار اصلی	ارتفاع کل	۲/۳۴۴	۲	۱/۱۷۲	۴/۴۳۸	*
(شدت برش)	ارتفاع تنه	۳۰/۴۹۱	۲	۱۵/۲۴۶	۱۳/۱۵۳	**
	قطر تاج	۴۰/۶۷۹	۲	۲۰/۳۴	۲۷/۹۲۴	**
قطر برابر سینه	قطر برابر سینه	۰/۷۴۳	۱	۰/۷۴۳	۰/۳۰۴	ns
تیمار فرعی	ارتفاع کل	۰/۰۰۰	۱	۰/۰۰۰	۰/۹۸۹	ns
(چرخه تنک کردن)	ارتفاع تنه	۰/۰۱۹	۱	۰/۰۱۹	۰/۰۱۷	ns
	قطر تاج	۰/۰۰۸	۱	۰/۰۰۸	۰/۰۱۰	ns
قطر برابر سینه	قطر برابر سینه	۱/۶۱۱	۲	۰/۸۰۶	۰/۳۲۹	ns
اصلی × فرعی	ارتفاع کل	۰/۰۳۵	۲	۰/۰۱۸	۰/۰۶۷	ns
	ارتفاع تنه	۰/۵۰۲	۲	۰/۲۵۱	۰/۲۱۶	ns
	قطر تاج	۰/۰۵۱	۲	۰/۰۲۵	۰/۰۳۵	ns

** معنی دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ * معنی دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد؛ ns غیر معنی دار

ارتفاع کل میانگین‌ها به دو گروه تقسیم شدند، به طوری که بیشترین ارتفاع کل مربوط به تیمار شدید (۲۴/۴۲ متر) و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد (۲۳/۶۳ متر) بود، اما بین تیمار شدید و ضعیف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. متغیر ارتفاع تنه نیز در دو گروه دسته‌بندی شد، به طوری که بیشترین ارتفاع تنه مربوط به تیمار شاهد (۱۴/۲۴ متر) و کمترین آن مربوط به تیمار ضعیف (۱۱/۴۷ متر) بود، اما هر دو تیمار در یک گروه قرار گرفتند. متغیر قطر تاج نیز به دو گروه طبقه‌بندی شد، به طوری که بیشترین قطر تاج مربوط به تیمار شدید (۶/۴۴ متر) و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد (۳/۰۹ متر) بود. برای این متغیر، تیمارهای شدید و ضعیف در یک گروه طبقه‌بندی شدند.

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، متغیرهای وابسته شامل قطر برابر سینه، ارتفاع کل، ارتفاع تنه و قطر تاج بین تیمارهای اصلی (تنک کردن شدید، ضعیف و شاهد) اختلاف معنی‌داری داشتند، اما متغیرهای وابسته ذکر شده بین منابع تغییرات مربوط به تیمارهای فرعی (گردش سه و پنج سال) و نیز تلاقی بین تیمار اصلی و تیمار فرعی اختلاف معنی‌داری نشان ندادند.

بر اساس نتایج موجود در جدول ۳، برای متغیر وابسته قطر برابر سینه، میانگین‌ها به سه گروه تقسیم شدند که بیشترین قطر برابر سینه مربوط به تیمار شدید (۳۲/۹۵ سانتی‌متر) و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد (۲۷/۳۹ سانتی‌متر) بود. تیمار ضعیف نیز با قطر برابر سینه ۳۰/۱۳ سانتی‌متر در یک گروه مستقل قرار گرفت. برای متغیر

جدول ۳- گروه‌بندی متغیرهای وابسته با استفاده از آزمون دانکن

تیمار	قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	ارتفاع کل (متر)	ارتفاع تنه (متر)	قطر تاج (متر)
قوی (شدید)	۳۲/۹۵ ^a	۲۴/۴۲ ^a	۱۱/۵۰ ^b	۶/۴۴ ^a
ضعیف	۳۰/۱۳ ^b	۲۴/۳۷ ^a	۱۱/۴۷ ^b	۶/۰۹ ^a
شاهد	۲۷/۳۹ ^c	۲۳/۶۳ ^b	۱۴/۲۴ ^a	۳/۰۹ ^b

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها است.

بحث

تحقیقات متعددی نشان داده‌اند که تولید کل توده‌های جنگلی در یک دوره طولانی چه تحت تأثیر تنک کردن قرار گیرد و چه نگیرد، ثابت است (Bastien, 1995). افزایش سرعت رشد قطری به مفهوم کوتاه شدن دوره تولید برای محصول نهایی است و نتیجه آن، بهینه شدن بیلان اقتصادی و کاهش دوره خلا تولید است که در آینده یا در حال حاضر با آن مواجه هستیم.

در مطالعه Amani و همکاران (۱۹۹۶) گزارش شد که تنک کردن در توده مورد نظر پژوهش پیش‌رو پس از گذشت یک سال تأثیرگذار بود. در مطالعه پیش‌رو با گذشت یک دوره ۲۰ ساله، علاوه بر اینکه همان نتایج به صورت

بارزتری تأیید شد، نتایج مطلوب دیگری نیز به دست آمد. تأثیر تنک کردن در افزایش سرعت رشد قطری و کیفیت توده که به صورت نظری یک نتیجه مورد انتظار است، در این پژوهش به طور معنی‌داری از نظر آماری تأیید شد (جدول ۱). با توجه به جدول ۱ و همچنین با توجه به رویش سالانه قطری حدود ۱ سانتی‌متر، رویش سالانه رویه زمینی ۳۶ سانتی‌متر مربع و رویش سالانه ارتفاع ۵۹ سانتی‌متر در تیمار قوی و مقایسه با مطالعات اروپا، برتری پلت نسبت به گونه اروپایی آن یعنی افرای شبه‌چناری مورد تأکید است که بر اهمیت پلت در جنگل‌های هیرکانی به عنوان یک گونه مهم از نظر تولید چوب می‌افزاید.

رقابت شدید درون گونه‌ای، ارتفاع درختان نسبت به دو تیمار دیگر بیشتر باشد، اما درختان مربوط به تیمار شدید، ارتفاع بیشتری داشتند. این پدیده (افزایش ارتفاع در تیمار شاهد) در سال‌های ابتدای تنک کردن اتفاق افتاد (Hassani *et al.*, 2016)، اما گذشت زمان و ایجاد فرصت کافی برای درختان آینده در تیمار شدید باعث شد تا نتیجه برای متغیر ارتفاع کل برعکس شود. بیشترین طول تنه در تیمار شاهد مشاهده شد، زیرا انبوهی اولیه توده و هرس طبیعی به نسبت شدیدتری در تیمار شاهد نسبت به دو تیمار دیگر وجود داشت. همان‌طور که انتظار می‌رفت، بیشترین قطر تاج نیز به ترتیب مربوط به تیمار شدید، ضعیف و شاهد بود که این نتیجه ارتباط مستقیمی با مقدار فزادگی (تنک کردن) در تاج دارد.

نکته پایانی اینکه موضوع مورد نظر در پژوهش پیش‌رو یعنی تنک کردن جزء جدایی‌ناپذیر عملیات پرورشی در توده‌های جوان و همسال است و از اهمیت خاصی برخوردار است. مجری پرورش جنگل با توجه به این امر به منظور کاهش سن برداشت، بهبود کیفیت چوب از نظر فناوری، افزایش استقامت توده جنگلی در برابر حوادث طبیعی، تأثیر مثبت یا منفی در بیلان آبی و خرداقلیم و نیز اشتغال‌زایی از نظر اقتصادی، می‌تواند پیش‌محصول قابل توجهی را تولید کند.

References

- Amani, M., 1991. Silviculture. Course Notes, Chaloos Branch, Islamic Azad University, Chaloos, 169p (In Persian).
- Amani, M., Ekhlasi, Gh., Esmailnia, M., Hassani, M., Yazdani, Sh. and Beheshti, H., 1996. Preliminary results of qualitative, quantitative and silvicultural investigation in young plantation of Maple (*Acer velutinum* Boiss). *Pajouhesh & Sazandegi*, 31(2): 6-21 (In Persian).
- Bastien, Y., 1995. L'expérience danoise d'éclairci de hêtre de totterup. *Revue Forestière Française*, 2: 133-136.
- del Río, M., Bravo-Oviedo, J.A., Pretsch, H., Löf, M. and Ruíz-Peinado, R., 2017. A review of thinning effects on Scots pine stands: From growth and yield

توزیع فراوانی قطری درختان آینده در این بررسی نشان‌دهنده ساختار همسال در توده بود که در هر سه تیمار به شکل گوس (زنگوله) مشاهده شد. در تیمار شدید، این منحنی پس از ۲۰ سال، پخ‌تر و در طول محور افقی (قطر) در حال پیشرفت بود که حاکی از اثر مثبت تنک کردن در افزایش سرعت رشد قطری توده جنگلی نسبت به دو تیمار ضعیف و شاهد بود. بر اساس شکل ۱، زمان عبور از طبقه قطری پایین به طبقه قطری بعدی به ترتیب در تیمار شدید، ضعیف و شاهد، کوتاه‌تر بود. همچنین، تنک کردن موجب اصلاح ضریب پایداری یا عامل قدکشیدگی در توده‌های همسال شد. چنانچه این ضریب در تیمار با تنک کردن شدید (قوی) در حال کاهش بود. به عبارت دیگر، تیمار با شدت زیاد تنک کردن به‌غیر از تولید درختان با قطر بیشتر، باعث افزایش پایداری و استقامت توده جنگلی در برابر حوادث طبیعی می‌شود. این نتایج با یافته‌های Firouzan و همکاران (۲۰۰۶)، Eslami و همکاران (۲۰۱۳)، Pourmajidian و همکاران (۲۰۱۷) و Sullivan و Sullivan (۲۰۱۶) هم‌خوانی دارد.

تجزیه و تحلیل‌های آماری نشان دادند که بهترین تیمار برای افزایش رویش قطری، تیمار شدید بود، به طوری که درختان تحت تأثیر شش مرحله تنک کردن در این تیمار پس از ۲۰ سال، بیشترین قطر را داشتند. همچنین، اختلاف میانگین قطر برابر سینه درختان در این تیمار با دیگر تیمارها معنی‌دار بود. از این نظر، تیمار ضعیف در مرحله بعدی و تیمار شاهد نیز در رتبه آخر قرار گرفتند. این نتیجه از نظر نظری منطقی است که با افزایش فضا به تاج درختان، رشد قطری در پایه‌های آینده افزایش می‌یابد. این یافته‌ها با نتایج مطالعات انجام شده توسط Gorji Bahri و Hemati (۱۹۹۹)، Eslami و همکاران (۲۰۱۳)، Pourmajidian و همکاران (۲۰۱۷)، Lindgren و Sullivan (۲۰۱۳) و Sullivan و Sullivan (۲۰۱۶) مطابقت دارد.

بیشترین ارتفاع کل مربوط به تیمار شدید با ۲۴/۴۲ متر و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد با ۲۳/۶۳ متر بود. انتظار می‌رفت که در تیمار شاهد با وجود انبوهی اولیه و

- Lindgren, P.M.F. and Sullivan, T.P., 2013. Long-term responses of tree and stand growth of young lodgepole pine to pre-commercial thinning and repeated fertilization. *Forest Ecology and Management*, 307: 155-164.
- Liziniewicz, M., 2014. Influence of spacing and thinning on wood properties in conifer plantations. Ph.D. thesis, Faculty of Forest Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, 61p.
- Lowell, E.C., Dykstra, D.P. and Monserud, R.A., 2012. Evaluating effects of thinning on wood quality in southeast Alaska. *Western Journal of Applied Forestry*, 27(2): 72-83.
- Pourmajidian, M.R., Ardeshiri, A., Fallah, A. and Hodjati, S.M., 2017. The effect of thinning on Alder (*Alnus subcordata*) and Persian maple (*Acer velutinum*) plantations in Chendella Forest, Mazandaran. *Iranian Journal of Forest*, 9(2): 261-272 (In Persian).
- Sullivan, T.P. and Sullivan, D.S., 2016. Acceleration of old-growth structural attributes in lodgepole pine forest: Tree growth and stand structure 25 years after thinning. *Forest Ecology and Management*, 365: 96-106.
- Toromani, E., Mine, V., Diku, A., Saliuj, E. and Seci, A., 2014. The effect of thinning on oak forests growth. Case study from Dumreja in central Albania. 1st Conference of the COST Action FP 1301. Italy, 26 Feb. 2014, 1p.
- Townend, J., 2002. *Practical Statistics for Environmental and Biological Scientists*. John Wiley & Sons, England, 288p.
- Zhang, S., Chauret, G. and Tong, Q., 2009. Impact of precommercial thinning on tree growth, lumber recovery and lumber quality in *Abies balsamea*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 24(5): 425-433.
- to new challenges under global change. *Forest Systems*, 26(2): 1-19.
- Eslami, A.R., Jahanaray, M.R., Habibi Bibalani, Gh. and Hasani, M., 2013. Effect of thinning operations on maple (*Acer velutinum*) plantations (Case study: Mazandaran Wood and Paper Company's Forest Management Project). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 21(1): 76-85 (In Persian).
- Firouzan, A.H., Bonyad, A. and Falahchai, M.M., 2006. The Investigation of thinning effects on the quantitative and qualitative variables on loblolly pine (*Pinus taeda*) in Lahijan region. *Journal of Agricultural Science*, 12(3): 513-524 (In Persian).
- Forouzesh-Sotgavaberi, R., Ahmadi, M.T., Etemad, V. and Saeidi, H.R., 2009. Investigation on quantitative and qualitative characteristics of 19-years old plantation of Caucasian alder (*Alnus subcordata*) in Siahkal region. *Iranian Journal of Forest*, 1(2): 137-150 (In Persian).
- Gorji Bahri, Y. and Hemati, A., 1999. Results of loblolly pine (*Pinus taeda* L.) and Caucasian alder (*Alnus subcordata* C. A. Mey.) silvicultural operations in the Caspian low land regions of Iran. *Pajouhesh & Sazandegi*, 63: 2-9 (In Persian).
- Hassani, M. and Amani, M., 2004. Effects of thinning on plantation of Maple (*Acer velutinum* Boiss.) at Emamzadeh-Abdullah experimental site after eight years. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 12(3): 339-370 (In Persian).
- Hassani, M., Eslami, A. and Hadizadeh Marjani, Gh.R., 2016. The effect of thinning on young plantations of velvet maple (*Acer velutinum* Boiss.) on the quantitative and qualitative characteristics of future trees (Case study: Holomsar-Amol). *Journal of Plant Researches (Iranian Journal of Biology)*, 29(2): 339-351 (In Persian).

Quantitative development of velvet maple (*Acer velutinum* Boiss.) plantation in Emamzadeh Abdullah- Amol 20 years after thinning

M. Hassani^{1*}, R. Hassanzadeh², H. Kiadaliri³ and A.R. Eslami⁴

1* - Corresponding author, Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. E-mail: hassani@rifr-ac.ir

2- M.Sc. Student, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

3- Associate Prof., Department of Forestry, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

4- Associate Prof., Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

Received: 26.12.2017

Accepted: 18.02.2018

Abstract

This research was started in 1995 in order to investigate the effect of thinning on the young plantations of velvet maple (*Acer velutinum* Boiss.). The silvicultural interventions comprised three main treatments (medium and heavy thinning), two secondary treatments (3-year and 5-year rotations) in the fully randomized design with three replications. There were 9 sample plots in the experimental design with an area of 0.3-0.4 hectare each. A full caliper of the future trees was done after 20 years and 6 thinning operations. The results for DBH, total height, trunk height and trunk diameter showed significant differences between the control treatment and thinning intensities. However, no significant difference was observed between the secondary sub-treatment (circulation 3 years and 5 years) and the intersection between the main and sub plots treatments for DBH, total height, trunk height and trunk diameter. For the intensive thinning treatment, the largest value of 32.95 cm was observed for the DBH, while the lowest value of 27.39 cm was observed for the slight thinning. In addition, the largest height of 24.42 m was observed for intensive thinning, whereas the lowest rate of 23.63 m was observed for the control treatment.

Keywords: Full Caliper, future tree, quantitative characteristics, slenderness coefficient.