



## بهبود عملکرد چوب برخی ارقام صنوبر از طریق جست‌گزینی در دوره دوم برداشت در کرج

محسن کلاگری<sup>۱\*</sup>، رفعت‌اله قاسمی<sup>۲</sup>، فرهاد اسدی<sup>۳</sup> و رضا باقری<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup>دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران  
<sup>۲</sup>آمری پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران  
<sup>۳</sup>دانشیار پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری  
<sup>۴</sup>کارشناس ارشد، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۲۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۷)

### چکیده

مدیریت جست در روش بهره‌برداری کوتاه‌مدت سبب می‌شود که جست‌های باقی‌مانده از مواد غذایی، نور و آب بیشتری برخوردار شوند و در نهایت تنه‌های قطورتر و بلندتری تولید کنند. هدف این تحقیق، ارزیابی تولید چوب برخی ارقام صنوبر با استفاده از تیمار مدیریت جست‌ها در دوره دوم برداشت بود. پنج کلن صنوبر از گونه *P. deltooides* و دورگ‌های *P. x canadensis* با سه تیمار مدیریت جست شامل یک‌جست، دو‌جست و چندجست بر روی هر پایه در قالب طرح آماری کرت‌های خردشده با سه تکرار بررسی شدند. در پایان فصل رویش، ویژگی‌های رویشی درختان سرپا و قطعات چوبی به تفکیک سرشاخه، تنه تا قطر ۱۰ سانتی‌متر و تنه‌های بیشتر از قطر ۱۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های رویشی در پایان سال پنجم بعد از دوره بهره‌برداری دوم نشان داد که قطر برابرسینه و ارتفاع جست در بین سطح‌های مختلف عوامل کلن و مدیریت جست و عوامل زی‌توده خشک سرشاخه و تنه‌های با قطر بیش از ۱۰ سانتی‌متر در سطح عامل مدیریت جست تفاوت معنی‌داری داشت. متغیرهای متوسط ارتفاع جست و ارتفاع بلندترین جست و قطر برابرسینه جست‌ها در کلن‌های *P. deltooides* 63/8 و *P. x canadensis* 561/41 در گروه اول قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌های تولید زی‌توده خشک چوبی کلن‌های صنوبر نشان داد که دو کلن *P. deltooides* 63/8 و *P. x canadensis* 561/41 به ترتیب با ۶/۷ و ۶/۴ تن در هکتار در سال، بیشترین مقدار زی‌توده تنه با قطر کمتر از ۱۰ سانتی‌متر را داشتند. همچنین بیشترین مقدار تولید تنه با قطر بیش از ۱۰ سانتی‌متر مربوط به تیمار تک‌جست بود.

واژه‌های کلیدی: بهره‌برداری کوتاه‌مدت، تولید چوب، جست، صنوبر.

### مقدمه

درختان دوپایه مانند جنس صنوبر و بید با گزینش کلن‌های مطلوب، قابلیت زیادی از نظر مقدار تولید چوب، تولید جست، تجدید کننده و مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها دارند و این ویژگی در ژنوتیپ‌های گونه پده (*P. euphratica*) مشهود است (Calagari et al., 2016). صنوبرها از درختان

نیاز روزافزون کشور به چوب در نتیجه افزایش جمعیت و توسعه صنایع چوب در کشور، سبب توجه جدی به گونه‌های تندرشدی مانند صنوبر شده است تا با استفاده از کلن‌های مختلف آن بتوان بخشی از مواد اولیه مورد نیاز صنایع چوب کشور را تأمین کرد.

۱۹۶۰ و ابتدای دهه ۱۹۷۰، گزارش‌های متعددی در زمینه استفاده از این روش در تولید زی‌توده گونه‌هایی مانند صنوبر، بید، اکالیپتوس و توسکا در دوره‌های دو تا شش‌ساله موجود است (Elinspahr, 1972). در طول قرن بیستم نیز در تعداد زیادی از کشورهای اروپایی و آمریکایی و استرالیا تحقیقات بسیاری درباره گونه‌های مختلف با هدف تعیین مناسب‌ترین گونه‌های درختی به منظور استفاده از چوب آنها در صنایع یا تأمین چوب سوخت صورت گرفت (Zsuffa, 1971). یک کارخانه کاغذسازی یونانی نیز از ۵۰۰ هکتار عرصه زیر کشت گونه‌هایی مانند کاج، بید، اکالیپتوس و صنوبر خود در دوره‌های چهار تا شش‌ساله، ۱۴ تا ۲۰ تن ماده خشک در سال در هکتار (فقط برای صنوبرها) چوب برداشت کرد (Modir Rahmati, 1996). در آمریکا بهره‌برداری در دوره‌های دوساله با گونه *P. trichocarpa* تولید ماده خشک چوبی را تا ۱۵ تن در سال در هکتار افزایش داد (Steinbeck, 1973). در انگلستان از سال ۱۹۸۱، دوره بهره‌برداری کوتاه‌مدت دو تا چهارساله با گونه‌های مختلف بید، صنوبر، توسکا و اکالیپتوس با هدف تولید انرژی شروع شد (Mitchell, 1983). در آلمان تعدادی از ارقام دورگ صنوبر در قالب طرح بهره‌برداری کوتاه‌مدت به منظور بررسی مقدار تولید زی‌توده ساقه در سطح ۲/۵ هکتار کشت شد. نتایج نشان داد که پس از هشت سال، ماده خشک چوبی تولیدشده از ۲۴ تا ۴۹ تن در هکتار متغیر بوده است (Bungart & Huttel, 2004). در بلژیک، دوازده ژنوتیپ صنوبر در کشت متراکم و در سیستم بهره‌برداری کوتاه مدت بررسی شد که از میان آنها، هیبریدهای تجاری *P. trichocarpa* × *P. maximowiczii* از بیشترین تولید زی‌توده برخوردار بودند و هیبریدهای دو گونه دلتوئیدس در نیگرا (*P. deltooides* × *P. nigra*) عملکرد بینابینی داشتند (Verlinden et al., 2013). در زمینه مدیریت جست در صنوبرهای دورگ در شرق انتاریو، چهار شدت مختلف تنک کردن شامل

تندرشدن که به دلایل مختلف مانند امکان بهره‌برداری از ارقام مختلف آن در دوره‌های کوتاه‌مدت (دو، چهار و شش‌ساله) و توانایی تولید جست‌های فراوان، همواره کانون توجه تولیدکنندگان چوب و نیز صاحبان صنایع مختلف چوب بوده‌اند. این درختان می‌توانند ضمن تأمین بخشی از مواد اولیه صنایع چوب کشور، تأثیر بسیار مهمی در حفظ و صیانت از عرصه‌های جنگلی کشور داشته باشند.

طرح‌های تحقیقاتی با استفاده از هجده کلن بومی و غیربومی صنوبر در سه دوره برداشت دو، سه و چهارساله با روش کاشت مستقیم قلمه، کفبر کردن نهال‌ها در انتهای سال اول و پایان دوره بهره‌برداری، برداشت و توزین اندام‌های رویه زمینی در دسته‌های کم‌قطر و قطور در مرکز تحقیقات البرز کرج انجام گرفت و سپس با جست‌دهی کنده‌ها، دوره رویش بعدی آغاز شد. نتایج اجرایی این طرح‌ها پس از چند دوره متوالی برداشت نشان داد که تعدادی از ارقام صنوبر به سبب داشتن ویژگی‌های مطلوبی مانند توانایی جست‌دهی و حفظ این توانایی برای دوره‌های متوالی، توان رقابت در شرایط کشت انبوه و همچنین تولید مقادیر زیاد چوب، در روش متمرکز تولید چوب کاربرد خواهند داشت. در شرایط اقلیمی و خاکی کرج، کلن‌های دورگ مانند *P. xcanadensis* 561/41، *P. xcanadensis triplo*، *P. xcanadensis costanzo* و *P. xcanadensis I-214* ضمن برخورداری از ویژگی‌های مطلوب با تولید ۲۰ تا ۳۰ تن ماده خشک در سال و در هکتار (معادل بیش از ۳۵ تا ۵۵ مترمکعب)، از برترین کلن‌های این مجموعه بوده‌اند (Modir Rahmati & Baghery, 2003 ; 2006).

کاشت صنوبرها در فواصل کم (کاشت انبوه) و برداشت آنها به صورت یکباره یا تنک کردن درون توده، قدمت و سابقه طولانی دارد. اولین گزارش‌های مستند از این شیوه کشت، مربوط به سال ۱۵۴۳ و اولین توصیه‌ها و اقدامات داشت مربوط به سال ۱۶۰۳ میلادی است (Bohnes, 1987). از نیمه دوم دهه

بختیاری، درختان صنوبر در فاصله‌های کاشت مختلف مقادیر زی‌توده متفاوتی داشتند و فاصله ۲ در ۲ متر از نظر ابعاد کیفی چوب برای صنایع عملکرد بهتری داشت (Heidari et al., 2016). هدف این تحقیق، ارزیابی عملکرد تولید چوب برخی از ارقام صنوبر در یک دوره پنج‌ساله با استفاده از تیمار مدیریت جسته‌ها در دوره دوم برداشت در مجتمع تحقیقاتی البرز کرج بود.

### مواد و روش‌ها

#### منطقه پژوهش

محل اجرای تحقیق، ایستگاه تحقیقات البرز کرج واقع در جنوب شهر کرج در فاصله حدود ۷ کیلومتری از مرکز شهر با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۴ دقیقه شرقی بود. ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۱۳۰۰ متر است. منطقه دارای میانگین بارندگی سالانه ۲۵۰ میلی‌متر، میانگین درجه حرارت ۱۳/۷ درجه سانتی‌گراد، حداقل مطلق درجه حرارت ۲۱/۷- درجه سانتی‌گراد، حداکثر مطلق درجه حرارت ۴۱ درجه سانتی‌گراد و طبقه آب‌وهوایی نیمه خشک است. خاک ایستگاه از رسوبات آبرفتی شنی رسی با عمق متوسط ۶۰ سانتی‌متر تشکیل شده و به‌طور کلی خاک سبکی است. هدایت الکتریکی خاک کمتر از یک دسی‌زیمنس بر متر و اسیدیته خاک نیز ۷/۳ است (Ghasemi et al., 2002).

نگهداری تنها یک جسته اصلی و قطع بقیه از ارتفاع یک متری، نگهداری یک جسته اصلی و حذف کامل بقیه جسته‌ها، نگهداری سه جسته اصلی و نیز نگهداری تمامی جسته‌ها آزمایش شد. بعد از هفت سال تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که تنک کردن سبب افزایش چشمگیر رویش جسته‌های اصلی نشد و در تیمارهای با شدت تنک کردن کمتر یا بدون تنک کردن (تیمار شاهد)، به دلیل تعداد زیاد جسته‌های هر پایه به‌طور معنی‌داری الیاف چوبی بیشتری تولید شد (Druck, & Strobl, 1991).

پانزده کلن از گونه‌های *P. nigra*, *P. deltooides* و *P. xcanadensis* به‌منظور تعیین مقدار تولید زی‌توده آنها به مدت سه سال در ایستگاه تحقیقات چمستان نور بررسی شدند. در پایان دوره آزمایش، کلن‌های *P.d. P.deltooides 69/55*، *P.d. 77/51 P.xcanadensis triplo* به ترتیب با ۱۶/۷۰، ۱۵/۷۵ و ۱۴/۷۳ تن ماده خشک چوبی در سال و در هکتار بیشترین مقدار تولید را داشتند (Mokhtari & Modir Rahmati, 2006). دوره برداشت کوتاه‌مدت با استفاده از پنج کلن موفق صنوبر در یک دوره پنج‌ساله (از سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۱) در ایستگاه ورسن وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان اجرا شد. میانگین تولید بیوماس خشک دو کلن *P. xcanadensis Costanzo* و *P.deltooides 69/55* به ترتیب با ۳۶/۷۳ و ۳۵/۴۳ تن در هکتار و در سال بیشتر از دیگر کلن‌ها بود (Gholami, 2014). در بررسی زی‌توده چوب گونه صنوبر کبوده (*P. alba*) در استان چهارمحال و

جدول ۱- فهرست و مبدأ کلن‌های صنوبر بررسی شده

مبدأ قلمه	کلن صنوبر	ردیف
ایتالیا	<i>P. x canadensis cv. 561/41</i>	۱
ایتالیا	<i>P. x canadensis vernirubensis</i>	۲
ایتالیا	<i>P. x canadensis costanzo</i>	۳
ایتالیا	<i>P. x canadensis triplo</i>	۴
دورگ ایران	<i>P. x deltooides 63/8</i>	۵

## شیوه اجرای پژوهش

این تحقیق با استفاده از پنج کلن صنوبر از گونه‌های *P. deltooides* و *P. x canadensis* در زمینی به مساحت تقریبی نیم هکتار اجرا شد. از هر کلن، ۳۲۴ قلمه تهیه و در قالب طرح آماری کرت‌های خردشده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کاشت شد. عامل اصلی، کلن صنوبر با پنج کلن و عامل فرعی، تعداد جست در سه سطح تک‌جست، دوجست و چندجست بود. از هر کلن ۱۰۸ قلمه در هر تکرار و برای هر تیمار ۳۶ قلمه با فاصله ۱×۲ متر (۱ متر داخل ردیف و ۲ متر بین ردیف) و به‌صورت گروهی کاشته شد. آماربرداری از شانزده پایه میانی انجام گرفت و بقیه به‌عنوان حاشیه (بافر) در نظر گرفته شد. درختان در برداشت اول در سال ۱۳۸۷ قطع شدند و مدیریت جست‌ها برای دوره دوم برداشت (۱۳۹۲-۱۳۸۸) انجام گرفت؛ به‌طوری که از میان جست‌های حاصل، تیمار تعداد جست شامل یک جست، دوجست و چندجست بر روی هر پایه انجام گرفت.

در پایان فصل رویش هر سال، ارتفاع جست‌های سه تیمار مختلف برای هر کلن تا دقت سانتی‌متر و قطر برابرسینه آنها تا دقت میلی‌متر اندازه‌گیری شد. در پایان سال پنجم، درختان قطع شدند و قطعات چوبی به تفکیک سرشاخه، تنه تا قطر ۱۰ سانتی‌متر و تنه‌های بیشتر از قطر ۱۰ سانتی‌متر جداگانه برای هر کلن و تیمار جست توزین و ارزیابی شدند. پس از قرار دادن چوب‌ها در هوای آزاد به‌مدت پنج ماه، وزن خشک در هوای آزاد نیز به تفکیک قطعات مختلف به‌طور جداگانه ثبت شد.

## روش تحلیل

به‌منظور بررسی نرمال بودن و همگنی واریانس، داده‌ها به ترتیب از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و لون برای هر یک از متغیرهای رویشی با نرم‌افزار SPSS 17 استفاده شد. داده‌های به‌دست‌آمده براساس

تجزیه واریانس طرح آماری کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی برای متغیرهای ویژگی‌های رویشی درختان سرپا و تولید ماده خشک چوبی جست‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شدند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

## نتایج

## نتایج ویژگی‌های رویشی درختان سرپا

نتایج آزمون نرمال بودن داده‌های حاصل از هر متغیر رویشی نشان داد که دلیل آماری برای رد فرضیه غیریکنواختی داده‌ها وجود ندارد ( $P > 0.05$ ) و بنابراین داده‌های حاصل، از یکنواختی لازم و همگنی واریانس برای اجرای آزمون پارامتری برخوردارند. نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های رویشی در پایان سال پنجم بعد از دوره بهره‌برداری دوم نشان داد که متغیر ارتفاع جست در تیمارهای کلن و نوع مدیریت جست تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد داشت. متغیر ارتفاع بلندترین جست نیز تفاوت معنی‌داری را در سطح ۱ درصد تنها در بین کلن‌های مختلف صنوبر نشان داد، درحالی که تیمار مدیریت جست تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، متغیر قطر برابرسینه در تیمارهای کلن‌های صنوبر و نیز مدیریت جست‌ها تفاوت معنی‌داری را در سطح ۱ درصد نشان داد. برخلاف قطر برابرسینه جست‌ها، متغیر قطر برابرسینه بلندترین جست، هم در تیمار کلن‌ها و هم در تیمار مدیریت جست اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲).

مقایسه ویژگی‌های رویشی درختان سرپای صنوبر نشان داد که متغیرهای ارتفاع جست، ارتفاع بلندترین جست و قطر برابرسینه جست‌ها در کلن‌های دلتوئیدس 63/8 و دورگ 561/41 در گروه اول و کلن‌های دورگ triplo و costanzo در گروه آخر قرار

را نشان داد (جدول ۳). مقایسه میانگین مدیریت جسته‌ها نشان داد که در تیمار یک جسته، متغیرهای ارتفاع جسته و قطر برابرسینه جسته به ترتیب با ۷ متر و ۶/۶ سانتی‌متر در گروه اول و در تیمار چندجسته، این دو متغیر به ترتیب با ۵/۱ و ۳/۷ سانتی‌متر در گروه آخر قرار گرفتند. ارتفاع بلندترین جسته و قطر برابرسینه با وجود معنی‌دار نبودن، ۶/۸-۷/۴ متر و قطر بلندترین جسته ۶/۵-۶/۱ سانتی‌متر بود (جدول ۳).

گرفتند. ارتفاع جسته کلن‌های دلتوئیدس 63/8 و دورگ 561/41 به ترتیب ۷ و ۶/۴ متر، ارتفاع بلندترین جسته ۷/۹ و ۷/۳ متر و قطر برابرسینه جسته‌ها ۶ و ۵/۶ سانتی‌متر بود. ارتفاع جسته در کلن‌های دورگ *triplo* و *costanzo* به ترتیب ۵/۴ و ۵/۵ متر، ارتفاع بلندترین جسته ۶/۲ و ۶/۸ متر و قطر برابرسینه جسته‌ها نیز ۴/۶ و ۴/۷ سانتی‌متر بود. متغیر قطر برابرسینه بلندترین جسته با اینکه از نظر آماری معنی‌دار نبود، در دو کلن دلتوئیدس 63/8 و دورگ 561/41 به ترتیب با ۷ و ۶/۷ سانتی‌متر بیشترین مقدار

جدول ۲- تجزیه واریانس ویژگی‌های رویشی درختان سرپای ارقام صنوبر در پایان دوره دوم برداشت

میانگین مربعات			ارتفاع جسته‌ها	درجه آزادی	منبع تغییرات
ارتفاع بلندترین جسته	قطر برابرسینه جسته‌ها	قطر برابرسینه بلندترین جسته			
۲/۲۲ns	۲/۲۹ns	۲/۲۹ns	۱/۸۸ ns	۲	بلوک
۳/۵۹**	۳/۳۶**	۲/۴۱ns	۳/۹۷**	۴	کلن
۱/۱۷	۱/۳۲	۱/۹۷	۰/۹۵	۸	خطای اصلی
۱/۶۳ns	۳/۱۷۶**	۰/۸۶ns	۱۲/۸۳**	۲	جسته
۰/۹۳	۰/۶۵	۱/۲۱	۰/۵۶	۸	اثر متقابل کلن در جسته
۰/۸۳	۰/۵۹	۱/۱۷	۰/۴۳	۲۰	خطای فرعی

ns، \* و \*\* به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین ویژگی‌های رویشی درختان سرپا ارقام صنوبر در پایان دوره دوم برداشت

کلن	ارتفاع جسته‌ها (متر)	ارتفاع بلندترین جسته (متر)	قطر برابرسینه جسته‌ها (سانتی‌متر)	قطر برابرسینه بلندترین جسته (سانتی‌متر)
<i>P. x deltooides</i> 63/8	۷ a	۷/۹ a	۶ a	۷
<i>P. x canadensis cv.</i> 561/41	۶/۴ ab	۷/۳ ab	۵/۶ ab	۶/۷
<i>P. x canadensis vernirubensis</i>	۶/۲ b	۷/۱ bc	۵/۱ bc	۶/۱
<i>P. x canadensis costanzo</i>	۵/۵ c	۶/۸ bc	۴/۷ c	۶
<i>P. x canadensis triplo</i>	۵/۴ c	۶/۲ c	۴/۶ c	۵/۸

حروف متفاوت بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد احتمال است.

بهره‌برداری دوم نشان داد که متغیرهای زی‌توده خشک سرشاخه و تنه‌های با قطر بیش از ۱۰ سانتی‌متر در تیمار مدیریت جسته اختلاف معنی‌داری

نتایج تولید زی‌توده خشک چوبی کلن‌ها نتایج تجزیه واریانس زی‌توده خشک چوبی کلن‌های صنوبر در پایان سال پنجم بعد از دوره

واریانس کلن‌های صنوبر، کلن دورگ 561/41 با ۳/۱ تن در هکتار در سال سرشاخه و ۳/۷۶ تن در هکتار در سال تنه با قطر بیش از ۱۰ سانتی‌متر، بیشترین مقدار را در مقایسه با دیگر کلن‌ها داشت (جدول ۵).

مقایسه میانگین مدیریت جست‌ها نشان داد که بیشترین مقدار تولید مربوط به زی‌توده سرشاخه در تیمار چندجست بود. همچنین بیشترین مقدار تولید تنه با قطر بیش از ۱۰ سانتی‌متر مربوط به تیمار تک‌جست بود (جدول ۶). در متغیر تنه با قطر کمتر از ۱۰ سانتی‌متر با اینکه اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای جست‌گزینی وجود نداشت، تیمار چندجست با ۵/۹ تن در هکتار در سال بیشترین تولید را داشت (جدول ۶).

را به ترتیب در سطح ۱ و ۵ درصد نشان دادند. همچنین کلن‌های صنوبر نیز در متغیر زی‌توده تنه با قطر کمتر از ۱۰ سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری را در سطح ۵ درصد نشان دادند، درحالی که در تیمار مدیریت جست برای این متغیر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴).

مقایسه میانگین تولید زی‌توده خشک چوبی کلن‌های صنوبر نشان داد که دو کلن دلتوئیدس 63/8 و دورگ 561/41 به ترتیب با ۶/۷ و ۶/۴ تن در هکتار در سال بیشترین مقدار زی‌توده تنه با قطر کمتر از ۱۰ سانتی‌متر را داشتند. کمترین مقدار نیز مربوط به کلن دورگ *triplo* با ۴/۱ تن در هکتار در سال بود. در متغیر زی‌توده سرشاخه‌ها با وجود معنی‌دار نبودن

جدول ۴- تجزیه واریانس زی‌توده چوبی درختان ارقام صنوبر در پایان دوره دوم برداشت

میانگین مربعات		سرشاخه	درجه آزادی	منبع تغییرات
تنه با قطر کمتر از ۱۰ سانتی‌متر	تنه با قطر بیش از ۱۰ سانتی‌متر			
۰/۸۷ ns	۱/۰۴ ns	۰/۲۸ ns	۲	بلوک
۱/۵۸ ns	۱۰/۶*	۱/۰۵ ns	۴	کلن
۱/۴۴	۷/۰۱	۰/۹۷	۸	خطای اصلی
۲/۰۱*	۱/۸۵ ns	۸/۳۱**	۲	جست
۱/۱۰	۱/۰۵	۰/۷۲	۸	اثر متقابل کلن در جست
۱/۱۲	۲/۹۶	۰/۶۱	۲۰	خطای فرعی

ns، \* و \*\* به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۵- مقایسه میانگین زی‌توده خشک چوبی (تن در هکتار در سال) درختان ارقام صنوبر در پایان دوره دوم برداشت

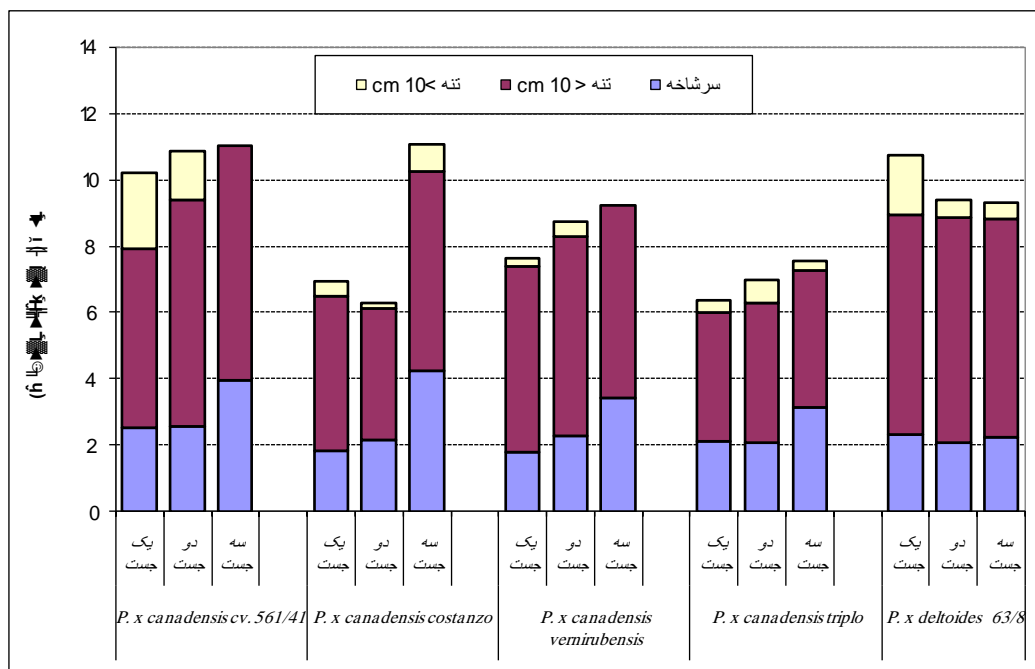
کلن	سرشاخه	تنه با قطر کمتر از ۱۰ سانتی‌متر	تنه با قطر بیش از ۱۰ سانتی‌متر
<i>P. x deltooides</i> 63/8	۲/۲۱۸	۶/۶۶۵ a	۲/۸۱
<i>P. x canadensis</i> cv. 561/41	۳/۱۱۳	۶/۴۲۸ a	۳/۷۶
<i>P. x canadensis vernirubensis</i>	۲/۵۰۵	۵/۸۵ ab	۱/۴۷
<i>P. x canadensis costanzo</i>	۲/۷۶۱	۴/۸۶ ab	۰/۶۸
<i>P. x canadensis triplo</i>	۲/۴۴۷	۴/۰۸۸ b	۱/۳۴

حروف متفاوت بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد احتمال است.

جدول ۶- مقایسه میانگین ویژگی‌های رویشی در عامل مدیریت جسته‌ها در پایان دوره دوم برداشت

میانگین زی توده چوبی (تن در هکتار در سال)			ویژگی‌های رویشی درختان سرپا				تیمار مدیریت جست
تنه با قطر بیش از ۱۰ سانتی‌متر	تنه با قطر کمتر از ۱۰ سانتی‌متر	سرشاخه	قطر برابرسینه بلندترین جست (سانتی‌متر)	قطر برابرسینه جسته‌ها (سانتی‌متر)	ارتفاع بلندترین جست (متر)	ارتفاع جسته‌ها (متر)	
۱/۰۳ a	۵/۲۳ a	۲/۱۲ b	۶/۵ a	۶/۶ a	۷ a	۷ a	یک جست
۰/۶۶ b	۵/۵۶ a	۲/۲۴ b	۶/۱ a	۵/۳ b	۶/۸ a	۶/۲ b	دو جست
۰/۳۱ b	۵/۹۳ a	۲/۴۷ a	۶/۳ a	۳/۷ c	۷/۴ a	۵/۱ c	چند جست

حروف متفاوت بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد احتمال است.



شکل ۱- تولید زی توده چوبی خشک کلن‌ها به تفکیک قطعات در تیمارهای مختلف مدیریت جست

حضور تعداد جست‌های زیاد که همگی از یک سیستم ریشه‌ای محدود و مشخص تغذیه می‌کنند، سبب می‌شود که انرژی گیاه بین تعداد بیشتر جست تقسیم شود و انرژی و مواد غذایی لازم برای رشد ارتفاعی مطلوب در اختیار جست‌ها قرار نگیرد که در نتیجه از رویش ارتفاعی آنها کاسته می‌شود. نتایج حاصل از کشت انبوه صنوبرها و تیمار جست‌گزینی به‌طور دقیق

### بحث

صنوبرها در سال‌های نخست رشد، تمایل زیادی به رشد سریع ارتفاعی دارند. بر این اساس بیشترین انرژی گیاه در سال‌های نخست، صرف رشد ارتفاعی و قدکشی نهال‌های جوان می‌شود. این حالت در درختانی که با فواصل کمتر کاشته می‌شوند، بیشتر دیده می‌شود (Ghasemi et al., 2013). از طرف دیگر،

(Ghasemi et al., 2013). نتایج عملکرد تولید چوب کلن‌های این بررسی در مقایسه با گزارش‌های ارائه‌شده در اغلب کشورهای اروپایی شایان توجه است (Laureysens, 2005 ; Bungart & Huttli, 2004). این موضوع ممکن است ناشی از دوره رویش طولانی‌تر درختان در ایران نسبت به اغلب کشورهای اروپایی باشد.

کلن دلتوئیدس 63/8 در دوره اول از نظر شاخصه‌های رویش قطر و ارتفاع و تولید، جزو کلن‌های برتر این مجموعه قرار داشت. برخی بررسی‌ها نشان داد که این کلن در مقایسه با دیگر ارقام صنوبر، میانگین رشد ارتفاعی و قطری مناسبی در یک فصل رشد داشت (Ghasemi et al., 2009). ولی در دوره دوم برداشت با افت رویشی جایگاه خود را از دست داد. مقایسه مقدار تولید و عملکرد کلن‌های مختلف در دو دوره متوالی برای این بررسی با دیگر بررسی‌ها نشان می‌دهد با اینکه عملکرد کلن‌ها در دوره بهره‌برداری دوم اغلب روند افزایشی دارد، در این تحقیق شاهد کاهش تولید در دوره دوم هستیم که با توجه به وجود این وضعیت در دوره اول بهره‌برداری، می‌توان علت را فاصله بیشتر کاشت و مسائل داشت مانند آبیاری و کوددهی دانست.

در اغلب بررسی‌ها (Modir Rahmati & Bagheri, 2003; 2006) کلن دورگ *triplo* از برتری رویشی و تولید ماده خشک در مقایسه با کلن‌های گروه دورگ اروپا-آمریکایی مانند کلن دورگ 561/41 برخوردار بود؛ با این حال، در این بررسی این کلن در هر دو دوره بهره‌برداری از شرایط مطلوبی برخوردار نبود که ضرورت بررسی‌های بیشتر را یادآور می‌شود. جمع‌بندی نتایج این بررسی نشان می‌دهد که نتایج عملیات مدیریت جست‌ها و مشاهده تأثیر آن در مشخصه‌های رویشی، عملکرد و تولید چوب کلن‌های مختلف، مستلزم صرف دوره زمانی بیش از پنج سال است.

مؤید این مطلب است که در تیمار یک‌جست، تنها جست باقی‌مانده از همه مواد غذایی و انرژی تأمین‌شده توسط ریشه استفاده کرد و به رشد ارتفاعی مطلوب و مناسبی رسید؛ درحالی که در مورد تیمارهای دو و چندجست، رشد ارتفاعی کمتری دیده شد. باید توجه داشت که تنه‌های بلند و کشیده یکی از ویژگی‌های متمایز و مطلوب چوب در صنایع مختلف چوبی است که در مجموع سبب می‌شود روش تک‌جستی، برای تولید چوب در سیستم کوتاه‌مدت مطلوب‌تر باشد.

نتایج اجرای طرح‌های تحقیقاتی روی ارقام مختلف صنوبر در سیستم بهره‌برداری کوتاه‌مدت در مناطق مختلف کشور مثل کرج نشان داد که کاهش تعداد جست‌ها در بسیاری از کلن‌ها و گونه‌های صنوبر، موجب افزایش متغیرهای قطر و ارتفاع جست‌های تولید شده و در مجموع سبب می‌شود مقطوع‌های حاصل، از ابعاد قطری و ارتفاعی بیشتری برخوردار باشند (Modir Rahmati & Bagheri, 2003; 2006). نتایج این بررسی در مورد میانگین قطر و ارتفاع جست‌ها مطابقت دارد، بدین معنا که با کاهش تعداد جست‌ها در تیمارهای یک و دو جست، مواد غذایی و انرژی تولیدی صرف رشد ارتفاعی و قطری جست‌های باقی‌مانده می‌شود و در نتیجه، قطر برابر سینه و ارتفاع کلن‌ها در تیمارهای یک‌جست بیشتر از تیمار دو جست است و در تیمار چندجست در کمترین حد قرار دارد.

مقایسه نتایج مرحله دوم برداشت با مرحله اول نشان می‌دهد که برخی از کلن‌ها در تیمارهای مختلف، دچار افت مقدار زی‌توده چوب تولیدشده بودند و کاهش در کلن‌های مختلف یکسان نبود؛ به طوری که در کلن دورگ *triplo* و بین تیمارهای مختلف آن از ۴۶ تا ۵۱/۴ درصد نسبت به مرحله نخست کاهش تولید وجود داشت. درحالی که در کلن دورگ *vernirubensis* و در تیمارهای مختلف آن، افت تولید به مراتب کمتر و بین ۱۴ تا ۱۶/۱ درصد بود.



## References

- Bohnes, J. (1987). Stand und Prespektiven des Anbaus schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb. *Holzzucht*, 1(2), 24-25.
- Bungart, R., & Huttli, R. F. (2004). Growth dynamics and biomass accumulation of 8-year-old hybrid poplar clones in a short-rotation plantation on a clayey-sandy mining substrate with respect to plant nutrition and water budget. *European journal of forest research*, 123(2), 105-115.
- Calagari, M., Modir Rrahmati, A.R., Mirzaie Nodoushan, H., and Asadi, F. (2016). Growth characteristics of *Populus euphratica* seedlings in the Research Station of Alborz, Karaj. *Iranian Journal of Forest*, 7(4), 471-483.
- Druck, N., & Strobl, S. (1991). Type and timing of thinning hybrid Poplar coppice affects growth. *Northern journal of applied forestry*, 8(4), 166 –168.
- Elnspahr, D.W., (1972). Wood and fiber production from short rotation stand in aspen. *Symposium Proceeding U.S. Department of Agriculture, Forest Service, General Technical Report*, 155P.
- Ghasemi, R., Modir Rahmati, A.R., & Hemmati, A. (2002). Investigation of final stage adaptability of different poplar clones (Comparative Populetum) in Karaj region. *Final report of Research project*, Published by Research Institute of Forests and Rangelands, 43p.
- Ghasemi, R., Asadi, F., & Torabi, A. (2009). Evaluation of height and diameter growth of indigenous and exotic poplar clones in one growing season. *Iranian Journal of Forest*, 1(4), 333-343.
- Ghasemi, R., Modir Rahmati, A.R., & Baghery, R. (2013). An investigation on optimal number of shoots in different Poplar clones at short rotation system. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 20(4), 539-550.
- Gholami, Gh. (2014). Investigation of optimal number of sprouts by thinning for the increase the wood production of Poplar clones. *Final report of Research project*, Published by Research Institute of Forests and Rangelands, 43p.
- Heidari Safari Koochi, A., Rostami Shahraji, T., Iranmanesh, Y., & Moradianfard, F. (2016). Comparison of product, biomass and kinds of wood consumption of white poplar (*Populus alba* L.) in four plant spacing. *Iranian Journal of Forest*, 8(2), 141-152.
- Laureysens, I., Pellis, A., Willems, J., & Ceulemans, R. (2005). Growth and Production of a short rotation coppice culture of poplar. III. Second rotation results. *Biomass and bioenergy*, 29(1), 10 – 21.
- Mitchell, C.P. (1983). The potential of forest biomass as a source of energy in Britain and Europe. *International Journal of Biometeorology*, 27(3), 219-226.
- Modir Rahmati, A.R. (1996). Determination of the most suitable poplar clone in short rotation systems. *Final report of Research project*, Published by Research Institute of Forests and Rangelands, 100p.
- Modir Rahmati, A.R., & Baghery, R. (2003). Poplar clones trial for three-year short rotation system. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 11(4), 613-638.
- Modir Rahmati, A.R., & Baghery, R. (2006). Determination of the adaptive and productive clones of poplar at four-year short-rotation system. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 14(2), 100-115.
- Mokhtari, J., & Modir-Rahmati, A.R. (2006). Determination of suitable poplar clones in short rotation system in Chamestan. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 14(2), 135-147.
- Steinbeck, K. (1973). Short-rotation forestry in the United States: A literature review. American Institute of Chemical Engineers (AIChE) Symposium Series, 70, 62-66.
- Verlinden, M.S., Broeckx, L.S., Van den Bulcke, J., Van Acker, J., & Ceulemans, R. (2013). Comparative study of biomass determinants of 12 poplar (*Populus*) genotypes in a high-density short-rotation culture. *Forest Ecology and Management*, 307, 101-111.
- Zsuffa, L. (1971). The potential of short rotation poplar plantations in Ontario. *Proceeding of the International Poplar Commission (IPC)*, 14<sup>th</sup> Session, Bucharest, Romania, September 27- October 2.



## Promotion of wood production of some poplar clones using sprouts management in Karaj

M. Calagari<sup>1\*</sup>, R. Ghasemi<sup>2</sup>, F. Asadi<sup>3</sup> and R. Bagheri<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I.R. Iran.

<sup>2</sup>Senior Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I.R. Iran.

<sup>3</sup>Associate Prof., Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), I.R. Iran.

<sup>4</sup>Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I.R. Iran.

(Received: 20 November 2017, Accepted: 17 January 2018)

### Abstract

Pruning some of the sprouts of poplar clones in short rotation system causes the left sprouts use more minerals, light, water and finally they have thicker and taller trunks. The aim of this project was to evaluate the poplar clones by using sprouts management method in the second harvesting period. This study was carried out on five poplar clones of *P. deltoides* and *P. x canadensis* with 3 treatments (1, 2 and multi sprouts) using statistical split plot design with 3 replicates. At the end of the growing season, growth characteristics of trees and at the end of period the woods such as branches, trunks to a diameter of 10 cm and trunks to a diameter more than 10 cm were measured. Analysis of variance results of growth characteristics at the end of period after the second harvesting indicated that diameter at breast height (dbh) and height of sprouts showed significant differences in type of clone and sprout management treatments and dry biomass of branches and trunks to a diameter more than 10 cm in sprout management treatment. Height of sprout, height of the tallest sprout and dbh were in first group in clones of *P. d. 63/8* and *P.x 561/41*. Mean comparing for dry biomass showed that *P. d. 63/8* and *P.x 561/41* clones with 6.7 and 6.4 t. ha<sup>-1</sup>yr<sup>-1</sup>, respectively, obtained the highest dry biomass in a diameter lower than 10 cm. Also, the highest results of trunk production with a diameter more than 10 cm were observed in 1 sprout treatment.

**Key words:** Poplar, Short Rotation System, Sprout, Wood production.