

## بررسی تعداد بهینه جسته‌ها در کلن‌های مختلف صنوبر در روش بهره‌برداری کوتاه‌مدت

رفعت‌اله قاسمی<sup>۱\*</sup>، علیرضا مدیررحمتی<sup>۲</sup> و رضا باقری<sup>۳</sup>

\*- نویسنده مسئول، مربی پژوهشیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، صندوق پستی ۱۱۶-۱۳۱۸۵، تهران. پست الکترونیک: [ghassemi@rifr-ac.ir](mailto:ghassemi@rifr-ac.ir)

۲- دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران

۳- کارشناس ارشد پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۲ تاریخ پذیرش: ۹۱/۷/۲۴

### چکیده

انجام عملیات هرس و حذف تعدادی از جسته‌های هر پایه صنوبر در روش بهره‌برداری کوتاه‌مدت باعث می‌شود تا جسته‌های باقیمانده از مواد غذایی، نور و آب بیشتری برخوردار شده و در نهایت تنه‌های قطورتر و بلندتری تولید نمایند که در صنایع با ارزش افزوده بیشتری همانند صنایع کاغذ مورد استفاده دارد. این مقاله تأثیر شدت هرس در مقدار تولید چوب در واحد سطح و همچنین ابعاد و اندازه چوبهای تولیدی را بررسی نموده است. این طرح با استفاده از ۵ کلن موفق طرحهای قبلی *Populus x euramericana costanzo*، *Populus x euramericana 561.41*، *Populus euramericana tripl* و *Populus x deltois 63.8* در قالب طرح آماری کرتهاى خرد شده با سه تکرار و تیمار اصلی کلن و تیمار فرعی تعداد جسته‌های هر پایه در یک دوره چهار ساله (از سال ۱۳۸۳ الی ۱۳۸۶) در اراضی مجتمع تحقیقاتی البرز کرج به اجرا درآمده است. از متغیرهای قطر برابرسینه و ارتفاع جسته‌ها همه‌ساله در پایان فصل رویش اندازه‌گیری بعمل آمد. همچنین در پایان دوره آزمایش وزن تر و خشک زی‌توده چوبی تولید شده تعیین شد و پس از محاسبه میانگین‌ها، تجزیه واریانس این متغیرها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. نتایج بدست آمده نشان داد که میانگین تعداد جسته‌ها در تیمار چند جسته (تیمار شاهد) از حداقل ۳ عدد به ازاء هر پایه در کلن *P.d. 63.8* تا حداکثر ۵/۸ در کلن *P.e. 561.41* متغیر بوده است. دو کلن *P.d. 63.8* و *P.e. 561.41* نسبت به سایر ارقام از قطر و ارتفاع بیشتری برخوردار بوده‌اند. میانگین قطر و ارتفاع کلن‌ها در تیمار یک جسته بیشتر از دو جسته و در تیمار دو جسته بیشتر از چند جسته بوده است. بیشترین میانگین قطر برابرسینه را کلن *P.d. 63.8* در تیمار یک جسته و کمترین آن را کلن *P.e. vernirubensis* در تیمار چند جسته داشته است. کلن *P.d. 63.8* با میانگین ارتفاع ۹/۱۴ متر در تیمار یک جسته بیشترین و کلن *P.e. 561.41* با ۴/۲۴ متر در تیمار چند جسته از کمترین مقدار ارتفاع برخوردار بوده‌اند و بین میانگین قطر و ارتفاع کلن‌ها و تیمارهای مختلف از نظر آماری اختلاف معنی‌دار وجود داشته است. مقدار تولید زی‌توده دو کلن *P.d. 63.8* و *P.e. 561.41* بیشتر از سایر کلن‌ها و کلن *P.e. vernirubensis* کمترین مقدار تولید را داشته است و از نظر آماری بین میانگین زی‌توده کلن‌ها اختلاف آماری معنی‌دار وجود داشته است. در ۴ کلن اورامریکن زی‌توده تیمار چند جسته (تیمار شاهد) بیشتر از تیمارهای ۱ و ۲ جسته بوده است، ولی در کلن دلتوئیدس زی‌توده تیمار ۱ جسته بر تیمارهای ۲ و چند جسته برتری داشته است. مقدار تولید زی‌توده خشک بین حداقل ۹/۱۱۸ تن در هکتار و در سال در تیمار ۱ جسته کلن *P.e. vernirubensis* تا حداکثر ۱۹/۲۸۵ تن در هکتار و در سال در تیمار ۱ جسته کلن *P.d. 63.8* متغیر بوده است.

واژه‌های کلیدی: صنوبر، کلن، بهره‌برداری کوتاه‌مدت، هرس، تولید زی‌توده، جسته.

### مقدمه

در خارج از عرصه‌های جنگلی با استفاده از انواع درختان تندرشد را امری ضروری می‌سازد. صنوبرها از درختان تندرشدی هستند که به دلایل مختلف از جمله امکان

نیاز روزافزون به چوب و فرآورده‌های مختلف آن در کشور و محدودیت استفاده از منابع جنگلی، تولید چوب

نظر بوده است (Mitchell, 1984).

در کشور آلمان در سال ۱۹۹۵ تعدادی از ارقام دورگه صنوبر در قالب طرح بهره‌برداری کوتاه‌مدت به‌منظور بررسی مقدار تولید زی‌توده آنها در سطح ۲/۵ هکتار کشت گردید. نتایج نشان داد که پس از ۸ سال ماده خشک تولید شده در کلن‌های مختلف بین ۲۴ الی ۴۹ تن در هکتار بوده است (Bungart & Huttli, 2004). آزمایش تنک کردن بر روی صنوبرهای دورگه در روش شاخه‌زاد در شرق اونتاریو (کشور کانادا) اجرا شد. در این آزمایش چهار شدت مختلف تنک کردن شامل نگهداری یک جست اصلی و قطع کردن مابقی جست‌ها از ارتفاع ۱ متری، نگهداری فقط یک جست و حذف کامل سایر جست‌ها، نگهداری ۳ جست و حذف سایر جست‌ها و نگهداری تمامی جست‌ها (تیمار شاهد) مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های بدست آمده بعد از ۷ سال تجزیه و تحلیل نشان داد که عمل تنک کردن باعث افزایش قابل ملاحظه رویش جست‌های اصلی نشده است و در تیمارهای با شدت تنک کردن کمتر و یا عدم تنک کردن (تیمار شاهد) به دلیل تعداد زیاد جست‌های هر پایه به‌طور معنی‌داری الیاف چوبی بیشتری تولید شده است (Druck & Strobl, 1991). در شرایط اقلیمی و خاکی کرج کلن‌های اورامریکن مانند *P.e. 561/41*، *P.e. tripl*، *P.e. I-214* و *costanzo* 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 طرحهای بهره‌برداری کوتاه‌مدت بوده‌اند. (Modir Rahmati & Bagheri, 2003, 2006). با نگاهی به جدولهای عملکرد، نتایج و تجربیات اجرای طرحهای بهره‌برداری کوتاه‌مدت در مناطق مختلف کشور می‌توان به تأثیرپذیری رویش و تولید کلن‌ها از انبوهی و مدیریت تعداد جست‌ها پی برد (Bagheri et al., 2008). بنابراین با استفاده از تجربیات هرس جست‌ها و تأثیر آن در

بهره‌برداری از ارقام مختلف آن در دوره‌های کوتاه‌مدت (۲، ۴ و ۶ ساله) و توانایی تولید جست‌های فراوان همواره مورد توجه تولیدکنندگان چوب و نیز صاحبان صنایع مختلف چوبی بوده‌اند (Bagheri et al., 2008). از طرفی روشهای رایج تولید چوب در دوره‌های کوتاه‌مدت (روش بهره‌برداری کوتاه‌مدت) منجر به تولید مقادیر فراوان چوب با ابعاد و اندازه‌های کوچک می‌شود که از ارزش افزوده کمتری نسبت به چوبهای قطورتر برخوردارند و در صنایع سلولزی که به چوبهای با ابعاد بیشتر نیاز دارند چندان قابل استفاده نمی‌باشد. چوبهای تولیدی در روش بهره‌برداری کوتاه‌مدت معمولاً در صنایع مختلفی همچون فیبر، تخته خرد، چوب، کارتن‌سازی، کاغذ و غیره بکار گرفته می‌شوند. در صورتی که هدف تولید چوب قطور باشد، افزایش طول دوره بهره‌برداری، افزایش فاصله کاشت و همچنین هرس جست‌های اضافی از روشهای دستیابی به هدف فوق است.

از نیمه دوم دهه ۱۹۶۰ و ابتدای دهه ۱۹۷۰ میلادی گزارشهای متعددی در مورد استفاده از این روش در تولید زی‌توده گونه‌هایی مانند صنوبر، بید، اکالیپتوس و توسکا در دوره‌های ۲ تا ۶ ساله موجود است (Elnspahr, 1972). در طول قرن بیستم نیز در تعداد زیادی از کشورهای اروپایی، امریکایی و استرالیا تحقیقات بسیاری بر روی گونه‌های مختلف و بیشتر با هدف تعیین مناسبترین گونه‌های درختی به‌منظور استفاده از چوب آنها در صنایع و یا تأمین چوب سوخت انجام شده است. براساس تحقیقات انجام شده توسط (Steinbeck 1973) در کشور آمریکا در دوره‌های ۲ ساله با کلن *P. trichocarpa* ماده خشک تولید شده در سال و در هکتار حدود ۱۵ تن بوده است. در کشور انگلستان از سال ۱۹۸۱، دوره بهره‌برداری کوتاه‌مدت با گونه‌های مختلف بید، صنوبر، توسکا و اکالیپتوس شروع شده و در دوره بهره‌برداری ۲ تا ۴ ساله در درجه‌ی اول، تولید انرژی مد

افزایش ابعاد و اندازه‌های چوبهای تولیدی و به‌منظور تکمیل مطالعات فوق و با هدف تعیین تأثیر انبوهی بر مقدار تولید زی‌توده چوبی این بررسی انجام شد.

## مواد و روشها

محل اجرای طرح مرکز تحقیقات البرز می‌باشد که در جنوب شهر کرج با مشخصات زیر واقع شده است. عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۴ دقیقه شرقی، ارتفاع از سطح دریا ۱۳۰۰ متر، میانگین بارندگی سالیانه ۲۳۰ میلی‌متر، حداقل مطلق درجه حرارت ۲۱/۷- درجه سانتی‌گراد، حداکثر مطلق درجه حرارت ۴۱ درجه سانتی‌گراد، میانگین درجه حرارت ۱۳/۷ درجه سانتی‌گراد، ضریب خشکی ۹/۵ (طبق رابطه دومارتن)، طبقه آب و هوایی نیمه‌خشک، خاک ایستگاه از رسوبات آبرفتی شنی رسی با عمق متوسط ۷۰ سانتی‌متر تشکیل شده و به‌طور کلی خاک سبکی است و pH آن برابر ۸/۳ می‌باشد و فاقد شوری، گچ و آهک است.

برای این تحقیق چهارکلن *P.e. 561/41*، *P.e. costanzo*، *P.e. triplo* و *P.e. vernirubensis* از دورگهای اورامریکن و یک کلن از دورگ طبیعی دلتوئیدس (*P.d. 63/8*) که از ارقام برتر طرحهای کوتاه‌مدت می‌باشند، انتخاب شده است.

در اسفندماه ۱۳۸۱ تعداد ۳۲۴ قلمه مناسب و یکنواخت از ۵ کلن مختلف صنوبر تهیه و در قطعه زمین نیم هکتاری و در قالب طرح آماری کرتهاای خرد شده در سه تکرار مورد کاشت قرار گرفتند. تیمار اصلی کلن‌های صنوبر در پنج سطح و تیمار فرعی شدت هرس در سه سطح شامل تک جست که جز یک جست مابقی جستهاى حاصل از هر پایه قطع می‌شود، دو جست که دو جست باقی می‌ماند و چند جست که کلیه جستها باقی می‌مانند (تیمار شاهد که وضعیت طبیعی و مدیریت

نشده است)، بود. از هر کلن در هر تکرار تعداد ۱۰۸ قلمه و در هر تیمار تعداد ۳۶ عدد قلمه به فاصله ۱×۲ متر از یکدیگر و به‌صورت گروهی ۶×۶ کاشته شد که برای حذف اثر حاشیه‌ها آماربردارها از ۱۶ پایه میانی انجام گردید و بقیه به‌عنوان حاشیه (بافر) در نظر گرفته شد. در طول فصل رویش سال ۱۳۸۲ عملیات داشت شامل کنترل علفهای هرز و آبیاری انجام شد. در پایان سال ۱۳۸۲ به‌منظور تنظیم رشد و بهره‌برداری از جستهاى حاصل، کلیه نهالهای موجود در طرح کف‌بر گردیدند و در اوایل تیرماه ۱۳۸۳ زمانی که ساقه نهالها خشبی شدند، از میان جستهاى تولید شده بر روی هر پایه یک و یا دو جست سالم و قوی نگهداری و بقیه حذف شدند (تیمارهای ۱ و ۲ جست) و در تیمار دیگر (تیمار چند جست- شاهد) کلیه جستهاى تولید شده تا زمان بهره‌برداری دست نخورده باقی ماندند. در پایان فصل رویش هرسال ارتفاع جستهاى سه تیمار مختلف تا دقت سانتی‌متر با شاخص و قطر برابر سینه آنها تا دقت میلی‌متر با کولیس اندازه‌گیری گردید. در پایان دوره طرح نیز کلیه پایه‌ها قطع شده و وزن تر و خشک کلن‌ها به‌تفکیک تیمار و تکرار و همچنین به‌تفکیک سرشاخه، تنه تا قطر ۱۰ سانتی‌متر و تنه‌های بیشتر از قطر ۱۰ سانتی‌متر به‌طور جداگانه اندازه‌گیری شد؛ سپس متغیرهای قطر و ارتفاع و وزن خشک زی‌توده کلن‌ها (خشک شده در هوای آزاد) به‌روش تجزیه واریانس طرح کرتهاى خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

## نتایج

### تعداد جستها

تعداد جستهاى تیمار شاهد (چند جست) در کلن‌های مختلف و در هر سه تکرار طرح شمارش گردید و میانگین تعداد جستها به‌ازاء هر پایه در جدول ۱ ارائه

شده است.

داده‌ایم، ولی درمورد تیمار چند جست که دخالت جست‌گزینی در آن انجام نشده و در واقع تیمار شاهد محسوب می‌شود وضعیت جست‌دهی کلن‌های مختلف متفاوت از یکدیگر می‌باشد. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود کلن *P.d. 63.8* وضعیت کاملاً متفاوتی با کلن‌های گروه *P. euramericana* داشته، به‌طوری که تعداد جست‌های آن به‌ازاء هر پایه بسیار کمتر است و تعداد جست‌ها در این کلن نسبت به کلن *P.e. 561.41* حدوداً نصف می‌باشد.

جدول ۱- میانگین تعداد جست در هر پایه در تیمار شاهد

کلن	(چند جست)			میانگین
	تکرار ۱	تکرار ۲	تکرار ۳	
<i>P.e. 561.41</i>	۵/۲	۶/۸	۵/۵	۵/۸
<i>P.e. costanzo</i>	۴/۲	۷/۸	۴/۸	۵/۶
<i>P.e. verni.</i>	۴/۳	۴/۸	۵/۰	۴/۷
<i>P.e. triplo</i>	۴/۰	۴/۳	۳/۸	۴/۰
<i>P.d. 63.8</i>	۳/۶	۲/۵	۳/۰	۳/۰

### ارتفاع جست‌ها

میانگین ارتفاع کلیه جست‌ها در کلن‌های مورد بررسی و نیز در سه تیمار مختلف طی سالهای آزمایش محاسبه شد و مقادیر آن در جدول ۲ ارائه شده است.

تیمار یک جست و دو جست در واقع تیمارهای مدیریت شده هستند، بدین معنی که ما خود با دخالت در تعداد جست‌های هر پایه آنها را به ۱ یا ۲ جست کاهش

جدول ۲- میانگین ارتفاع جست‌های (متر) کلن‌های صنوبر در تیمارهای مختلف طی سالهای آزمایش

کلن / تیمار	۱۳۸۳			۱۳۸۴			۱۳۸۵			۱۳۸۶			سال
	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	
<i>P.d. 63.8</i>	۳/۴۸	۳/۱۹	۲/۷۰	۵/۷۶	۴/۵۲	۳/۸۵	۷/۳۵	۵/۷۴	۴/۵۷	۹/۱۴	۷/۰۵	۵/۲۴	
<i>P.e. 561.41</i>	۳/۱۳	۲/۹۹	۲/۴۳	۴/۷۲	۴/۲۷	۳/۲۹	۶/۱۵	۵/۲۳	۳/۷۵	۷/۷۲	۶/۲۰	۴/۲۷	
<i>P.e. costan.</i>	۲/۶۷	۲/۵۳	۲/۲۳	۳/۸۹	۳/۴۳	۳/۱۹	۵/۵۷	۴/۵۳	۳/۸۵	۷/۲۹	۵/۷۴	۴/۴۳	
<i>P.e. triplo</i>	۲/۵۱	۲/۴۵	۱/۹۳	۳/۹۳	۳/۷۴	۲/۷۳	۵/۴۹	۵/۰۲	۳/۶۲	۷/۰۴	۶/۳۹	۴/۵۲	
<i>P.e. verni.</i>	۲/۶۸	۲/۶۵	۲/۲۸	۳/۷۴	۳/۷۶	۳/۰۷	۴/۹۴	۴/۸۲	۳/۶۷	۶/۱۳	۵/۷۸	۴/۳۲	

۹/۱۴ متر مربوط به کلن *P.d. 63.8* و کمترین آن با ۶/۱۳ متر مربوط به کلن *P.e. vernirubensis* می‌باشد. بیشترین و کمترین مقدار ارتفاع در تیمارهای دو جست را کلن‌های *P.d. 63.8* و *P.e. costanzo* به ترتیب با ۷/۰۵ و ۵/۷۴ متر داشته‌اند و در تیمار چند جست بیشترین میانگین ارتفاع مربوط به کلن *P.d. 63.8* با ۵/۲۴ متر و کمترین آن متعلق به کلن *P.e. 561.41* با ۴/۲۷ متر بوده است. مقدار رویش جاری (سالانه) در تیمار یک جست بین ۱ تا ۲ متر، در

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود طی مدت ۴ سال ارتفاع کلن *P.d. 63.8* در سه تیمار مختلف همواره بیشتر از سایر ارقام بوده است و کلن *P.e. vernirubensis* در تیمارهای مختلف کمترین مقدار ارتفاع را داشته است و در تیمارهای مختلف نیز همواره میانگین ارتفاع تیمار یک جست بیشتر از دو جست و تیمار دو جست نیز بیشتر از تیمار چند جست بوده است. در سال پایانی تحقیق و در تیمار یک جست بیشترین مقدار ارتفاع با

معنی دار آماری وجود دارد. گروه بندی میانگین ارتفاع جست ها در کلن های مختلف نشان می دهد که کلن *P.d.* 63.8 را در یک گروه و ۴ کلن اورامریکن را در گروه دیگر قرار گرفتند و این نشان دهنده وضعیت تقریباً یکسان رویش ارتفاعی ارقام اورامریکن در این آزمایش بوده است (جدول ۴). همچنین گروه بندی میانگین ارتفاع در تیمار شدت هرس نشان داد که تیمار یک جست بیشترین و چند جست کمترین میانگین ارتفاع را داشته است (جدول ۴).

تیمار ۲ جست بین ۱ تا ۱/۵ متر و در تیمار چند جست بین ۰/۵ تا ۱ متر در سال بوده است. میانگین ارتفاع کلن ها در سال پایانی طرح مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۳ آورده شده است. با نگاهی به جدول ۳ مشاهده می شود که بین میانگین رویش ارتفاعی کلن ها و نیز بین تیمارها در سطح ۱ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد و این بدان معناست که در مقدار رویش ارتفاعی کلن های مورد بررسی و همچنین در میانگین رویش تیمارها (یک، دو و چند جست) تفاوت

جدول ۳- تجزیه واریانس ارتفاع و قطر برابر سینه کلن های بررسی شده در پایان دوره طرح

میانگین مربعات		درجه آزادی	منبع تغییرات
ارتفاع	قطر برابر سینه		
۰/۴۱ <sup>ns</sup>	۱/۵۴ <sup>ns</sup>	۲	تکرار
۲/۱۷*	۳/۷۴**	۴	کلن
۱/۳۵ <sup>ns</sup>	۱/۰۶ <sup>ns</sup>	۸	خطای تیمار اصلی (کلن)
۴۰/۴۲**	۳۲/۰**	۲	جست
۰/۷۶ <sup>ns</sup>	۰/۶۲ <sup>ns</sup>	۸	کلن × جست
۰/۷۲	۰/۴۸	۲۰	خطای آزمایش
		۴۴	کل

\* و \*\*: به ترتیب نشان دهنده معنی دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns: عدم معنی داری

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات ارتفاع و قطر برابر سینه کلن ها و شدت هرس بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن

تیمارها	ارتفاع (متر)	قطر برابر سینه (سانتی متر)
یک	۷/۴۷ a	۶/۳ a
دو	۶/۲۳ b	۴/۵ b
چند	۴/۵۶ c	۳/۰ c
-----		
<i>P.d.</i> 63.8	۷/۱۵ a	۵/۴ a
<i>P.e.</i> 561.41	۶/۰۷ b	۴/۵ b
<i>P.e. verni.</i>	۵/۹۸ b	۴/۴ b
<i>P.e. costanzo</i>	۵/۸۱ b	۴/۳ b
<i>P.e. triplo</i>	۵/۴۱ b	۴/۲ b

حروف متفاوت بیانگر وجود تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد احتمال می باشد.

## قطر جسته‌ها

مختلف طی سالهای آزمایش به شرح زیر می‌باشد  
(جدول ۵).

میانگین قطر برابر سینه کلیه جسته‌ها در سه تیمار

جدول ۵- میانگین قطر برابر سینه (سانتی‌متر) کلن‌های صنوبر در تیمارهای کلن و شدت هرس طی سالهای آزمایش

سال		۱۳۸۳			۱۳۸۴			۱۳۸۵			۱۳۸۶		
کلن / تیمار		۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳
<i>P.d. 63.8</i>		۲/۷	۲/۱	۱/۱	۴/۶	۳/۲	۱/۹	۶/۲	۴/۱	۲/۷	۸/۰	۴/۸	۳/۶
<i>P.e. 561.41</i>		۲/۵	۱/۹	۰/۸	۳/۵	۲/۷	۱/۶	۴/۷	۳/۷	۲/۲	۶/۰	۴/۸	۲/۸
<i>P.e. costanzo</i>		۲/۲	۱/۶	۰/۸	۳/۴	۲/۳	۱/۶	۴/۶	۳/۱	۲/۳	۶/۰	۳/۹	۳/۰
<i>P.e. triplo</i>		۲/۰	۱/۷	۰/۷	۳/۲	۲/۸	۱/۵	۴/۳	۳/۸	۲/۲	۵/۶	۴/۷	۲/۹
<i>P.e. vernirub.</i>		۱/۹	۱/۵	۰/۶	۳/۱	۲/۴	۱/۳	۴/۴	۳/۵	۲/۰	۵/۷	۴/۴	۲/۶

همچنین در میانگین تیمارها می‌باشد. گروه‌بندی میانگین قطرها، کلن *P.d. 63.8* را در گروه اول و ۴ کلن اورامریکن را در گروه دیگر قرار می‌دهد (جدول ۴) که این تشابه نزدیک رویش قطری ارقام اورامریکن را در این آزمایش نشان می‌دهد. همچنین این گروه‌بندی سه تیمار مورد بررسی را در سه گروه مختلف دسته‌بندی نموده است که در آن تیمار یک جسته بیشترین و تیمار چند جسته کمترین میانگین قطر برابر سینه را داشته‌اند (جدول ۴).

## تولید ماده خشک کلن‌ها

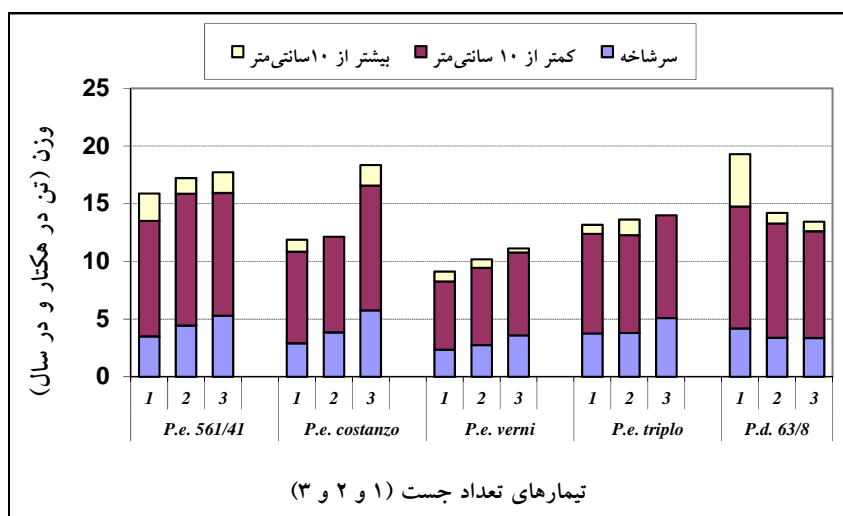
در پایان دوره طرح پس از قطع جسته‌ها در کلن‌ها و تیمارهای مختلف مقطوعات به مدت ۷۵ روز در معرض هوای آزاد قرار گرفت تا کاملاً خشک شدند. نتایج توزین جسته‌ها به تفکیک سرشاخه، تنه با قطر کمتر از ۱۰ سانتی‌متر و تنه با قطر بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر در جدول ۶ و شکل ۱ آورده شده است.

در جدول ۵ روند افزایش قطر برابر سینه را طی چهار سال دوره اجرای طرح در کلن‌ها و تیمارهای مختلف هرس مشاهده می‌شود. در سال پایانی مقدار قطر برابر سینه در تیمار یک جسته کلن *P.d. 63.8* با ۸/۰ سانتی‌متر بیشترین و کلن *P.e. triplo* با ۵/۶ سانتی‌متر کمترین قطر را داشته‌اند. در تیمار دو جسته کلن‌های *P.d. 63.8* و *P.e. 561.41* با میانگین ۴/۸ سانتی‌متر بیشترین و کلن *P.e. costanzo* با ۳/۹ سانتی‌متر کمترین قطر را داشته است. رویش جاری (سالانه) کلن‌ها در تیمار یک جسته به‌طور متوسط ۱/۵ تا ۲ سانتی‌متر، در تیمار دو جسته ۱ تا ۱/۵ سانتی‌متر و در تیمار چند جسته کمتر از ۱ سانتی‌متر بوده است. میانگین قطر برابر سینه کلن‌ها در سال پایانی طرح مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۳ آورده شده است.

بر اساس جدول ۳ بین میانگین رویش قطری کلن‌ها در سطح ۵ درصد و بین تیمارها (شدت هرس) در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد و این به معنای تفاوت در مقدار رویش قطری ۵ کلن مورد بررسی و

جدول ۶- میانگین زی توده خشک کلن‌ها در تیمارهای مختلف به تفکیک قطعات به تن در هکتار و در سال

کلن	یک جست			دو جست			چند جست		
	سرشاخه	تنه کمتر از ۱۰ سانتی‌متر	تنه بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر	سرشاخه	تنه کمتر از ۱۰ سانتی‌متر	تنه بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر	سرشاخه	تنه کمتر از ۱۰ سانتی‌متر	تنه بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر
<i>P.d. 63.8</i>	۴/۱۸۷	۱۰/۵۶۲	۴/۵۳۵	۳/۳۸۲	۹/۸۸۹	۰/۹۳۱	۱۴/۲۰۱	۳/۳۶۱	۹/۲۴۳
<i>P.e. 561.41</i>	۳/۴۹۳	۱۰/۰۲۰	۲/۳۶۱	۴/۴۳۶	۱۱/۴۳۲	۱/۳۴۷	۱۷/۲۱۵	۵/۲۹۸	۱۰/۶۱۸
<i>P.e. costan.</i>	۲/۸۸۹	۷/۹۵۱	۱/۰۳۵	۳/۸۲۸	۸/۲۹۷	-	۱۲/۱۲۵	۵/۷۵۰	۱۰/۸۱۹
<i>P.e. triplo</i>	۳/۷۵۲	۸/۶۲۱	۰/۸۰۰	۳/۷۹۱	۸/۴۷۳	۱/۳۶۸	۱۳/۶۳۲	۵/۰۷۱	۸/۹۱۵
<i>P.e. verni.</i>	۲/۳۳۳	۵/۹۳۱	۰/۸۵۴	۲/۷۴۳	۶/۶۸۷	۰/۷۵۰	۱۰/۱۸۰	۳/۵۷۸	۷/۱۸۶



شکل ۱- تولید چهارساله کلنهای مختلف صنوبر به تفکیک قطعات مختلف

تجزیه و تحلیل آماری و در جدول ۸ میانگین و گروه‌بندی و دامنه تفاوت‌های میانگین برای تمامی قطعات حاصل از برش پایه‌ها به تفکیک قسمت‌های مختلف تنه و شاخه آورده شده است.

زی توده تولیدی کلن‌ها به تفکیک سرشاخه، تنه با قطر کمتر از ۱۰ سانتی‌متر، تنه با قطر بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر و زی توده کل مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و براساس آزمون دانکن گروه‌بندی گردید. در جدول ۷ نتایج

جدول ۷- خلاصه جدول تجزیه واریانس مقطوعات کلن‌های بررسی شده در پایان دوره طرح

میانگین مربعات					درجه آزادی	منبع تغییرات
کل تنه و سرشاخه	کل تنه	تنه بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر	تنه کمتر از ۱۰ سانتی‌متر	سرشاخه		
۵۲/۵۲ *	۳۲/۵۴ *	۵/۲۴ *	۱۱/۷۳ *	۳/۱۸ ns	۲	تکرار
۵۹/۳۶ **	۴۰/۶۱ **	۴/۰۶ *	۲۱/۴۳ **	۳/۳۸ *	۴	کلن
۱۳/۷۲ ns	۱۱/۱۸ ns	۳/۷۸ *	۳/۶۷ ns	۰/۷۶ ns	۸	خطای تیمار اصلی (کلن)
۸/۵۰ ns	۱/۹۲ ns	۵/۰ *	۲/۰۵ ns	۶/۷۱ **	۲	جست
۱۷/۰۹ ns	۹/۳۴ ns	۳/۲۷ ns	۲/۳۶ ns	۱/۴۲ ns	۸	کلن × جست
۱۰/۹۴	۵/۵۹	۱/۳۶	۲/۳۳	۱/۰۸	۲۰	خطای آزمایش
					۴۴	کل

\* و \*\*: به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns عدم معنی‌داری

جدول ۸- مقایسه میانگین داده‌های حاصل از زی‌توده (تن در هکتار در سال) تیمارهای کلن و شدت هرس براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن

تیمارها	سرشاخه	تنه کمتر از ۱۰ سانتی‌متر	تنه بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر	کل تنه و سرشاخه	کل تنه
چند	۴/۶۱۸ a	۹/۳۵۶ a	۰/۹۵۸ b	۱۴/۹۲۶ a	۱۰/۳۱۴ a
تعداد جست	۳/۶۳۶ b	۸/۹۵۵ a	۰/۸۷۹ b	۱۳/۴۷۱ a	۹/۸۳۵ a
یک	۳/۳۳۱ b	۸/۶۱۷ a	۱/۹۱۷ a	۱۳/۸۶۵ a	۱۰/۵۳۴ a
<i>P.e. 561.41</i>	۴/۴۰۹ a	۱۰/۶۹۰ a	۲/۱۰۴ a	۱۶/۹۳۷ a	۱۲/۵۲۸ a
<i>P.e. triplo</i>	۴/۲۰۵ a	۹/۸۹۸ ab	۱/۸۳۸ ab	۱۵/۶۴۶ a	۱۲/۰۰۲ ab
<i>P.e. costanzo</i>	۴/۱۵۵ a	۹/۰۲۳ b	۰/۹۴۰ ab	۱۴/۱۱۸ a	۹/۹۶۲ b
<i>P.d. 63.8</i>	۳/۶۴۴ ab	۸/۶۶۹ b	۰/۷۲۳ b	۱۳/۵۹۷ a	۹/۳۹۲ c
<i>P.e. verni.</i>	۲/۸۸۵ b	۶/۶۰۱ c	۰/۶۵۳ b	۱۰/۱۳۹ b	۷/۲۵۴ d

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

### زی‌توده سر شاخه

همانطور که در جدول ۹ مشاهده می‌شود بین کلن‌ها در سطح ۵ درصد و بین تیمارها (تعداد جست‌ها) در سطح ۱ درصد اختلاف آماری معنی‌دار وجود دارد و این به معنای تفاوت در مقدار تولید سرشاخه بین کلن‌های مورد بررسی و نیز تیمارها (۱، ۲ و چند جست) می‌باشد. گروه‌بندی صنوبرهای بررسی شده آنها را از نظر مقدار تولید سرشاخه در سه گروه مختلف دسته‌بندی نموده است که سه کلن *P.e. costanzo*، *P.e. triplo*، *P.e. 561.41* در یک گروه و کلن *P.e. vernirubensis* در گروه دیگر قرار گرفته است. گروه‌بندی تیمارها نیز آنها را در دو گروه مجزا تفکیک نموده است که تیمار چند جست با بیشترین مقدار تولید سرشاخه در رده اول و بعد از آن تیمار دو جست و یک جست با تولید کمتر در رده بعدی قرار گرفته‌اند.

### تنه‌های با قطر کمتر از ۱۰ سانتی‌متر

بین کلن‌ها در مورد این متغیر در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد، اما بین تیمارها اختلافی دیده نمی‌شود (جدول ۹). گروه‌بندی‌های این متغیر، ۵ کلن مورد بررسی را در ۴ گروه متفاوت قرار داده است که کلن *P.e. 561.41* با بیشترین مقدار تولید در

رده نخست و کلن *P.e. vernirubensis* با کمترین تولید در انتهای جدول واقع شده است.

### تنه‌های با قطر کمتر از ۱۰ سانتی‌متر

تجزیه واریانس تنه‌های با قطر بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر بیانگر داشتن اختلاف معنی‌دار آماری این قسمت از تولیدات هم برای کلن‌ها و هم برای تیمارهای مختلف در سطح ۵ درصد می‌باشد و این به معنای وجود تفاوت و اختلاف در مقدار تولید تنه‌های بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر در میان کلن‌ها و همچنین در تیمار تعداد جست‌ها بوده است. گروه‌بندی میانگین‌های این متغیر، کلن‌ها را در سه گروه مختلف تفکیک نموده است که کلن *P.d. 63.8* در رده اول و کلن *P.e. verni.* و *P.e. triplo* در رده آخر قرار گرفته‌اند و سه تیمار تعداد جست‌ها در دو گروه مجزا تفکیک شده‌اند که تیمار یک جست در رده اول و دو تیمار دیگر در گروه دوم جای گرفته‌اند؛ به عبارتی تولید قطعات قپورتر در تیمار یک جست بیشتر از تیمارهای دیگر بوده است.

### کل تنه

بین کلن‌ها در مورد این متغیر در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد، اما بین تیمارها تفاوت



معنی دار دیده نمی‌شود. گروه‌بندی میانگین‌های این متغیر، ۵ کلن مورد بررسی را در گروه‌های متفاوت قرار داده است که کلن‌های *P.e. 561.41* و *P.d. 63.8* با بیشترین مقدار تولید در رده اول و کلن *P.e. vernirubensis* با کمترین مقدار تولید تنه در انتهای جدول رده‌بندی واقع شده است و سایر کلن‌ها نیز در گروه‌های ۲ و ۳ قرار گرفته‌اند.

### کل (تنه و شاخه‌ها)

همانطور که در جدول ۹ مشاهده می‌شود بین میانگین زی‌توده کل کلن‌ها اختلاف آماری معنی دار وجود دارد و این اختلاف در سطح ۱ درصد معنی دار می‌باشد. ولی در مورد تیمار تعداد جسته‌ها با وجود اینکه بین مقادیر زی‌توده کل این سه تیمار (تعداد جسته‌ها) اختلاف وجود دارد و در بیشتر کلن‌ها به جز کلن *P.d. 63.8* مقدار تولید زی‌توده در تیمار چند جسته بیشتر از دو جسته و در تیمار دو جسته بیشتر از یک جسته بوده است، ولی این میانگین‌ها از نظر آماری معنی دار نشده‌اند. گروه‌بندی میانگین زی‌توده کل، کلن‌های بررسی شده را در دو دسته جداگانه قرار داده است. کلن‌های *P.e. 561.41*، *P.d. 63.8*، *P.e. costanzo* و *P.e. triplo* در گروه اول و کلن *P.e. vernirubensis* با کمترین مقدار تولید زی‌توده در انتهای جدول و در گروه دوم قرار گرفته است.

### بحث

بیشتر انرژی صنوبرها در سالهای ابتدایی رویش صرف رشد ارتفاعی و قدکشیدگی نهالهای جوان می‌شود. این حالت هنگامی که درختان با تراکم بیشتر و فواصل کمتر کاشته می‌شوند، بیشتر دیده می‌شود. از طرف دیگر حضور تعداد جسته‌های زیاد که همگی از یک سیستم ریشه‌ای محدود و مشخص تغذیه می‌کنند سبب می‌شود تا انرژی حیاتی گیاه بین تعداد بیشتر جسته تقسیم شود و این در

کل سبب می‌شود تا انرژی و مواد غذایی لازم برای رشد ارتفاعی مطلوب در اختیار جسته‌ها قرار نگیرد و به تبع آن از رویش ارتفاعی آنها کاسته شود (Druck & Strobl, 1991). نتایج حاصل از کشت انبوه صنوبرها و انجام تیمار جسته‌گزینی دقیقاً مؤید این مطلب است، به طوری که در تیمار یک جسته تنها جسته باقیمانده از تمامی مواد غذایی و انرژی تامین شده توسط ریشه استفاده نموده و رشد مطلوب خود را انجام داده و به ارتفاع مناسبی رسیده است، در حالی که در مورد تیمارهای ۲ و چند جسته، رشد ارتفاعی کمتری را شاهد هستیم که در مجموع سبب می‌شود تا روش تک‌جستی روش مطلوب‌تری برای تولید چوب در سیستم کوتاه‌مدت محسوب گردد.

همان‌طور که گفته شد صنوبرها همانند بسیاری از دیگر گونه‌های درختی تندرشد و به‌ویژه در شرایط کشت انبوه و تراکم بیشترین انرژی و تلاش خود را در مراحل اولیه رشد به رویش ارتفاعی خود معطوف می‌کنند. بنابراین یک دوره ۴ ساله برای اظهارنظر در مورد چگونگی رویش قطری چندان مناسب به نظر نمی‌رسد. با این وجود مشخصه قطر و در واقع ضخامت چوبهای تولیدی در این سیستم که یک عامل تعیین‌کننده در ارزش‌گذاری صنعتی چوب‌های بدست آمده و تعیین کاربریهای صنعتی آنهاست نیز مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج عملی و تجربی حاصل از اجرای طرحهای تحقیقاتی متعدد که در مورد تعیین ارقام مناسب صنوبر در سیستم بهره‌برداری کوتاه‌مدت در مناطق مختلف کشور از جمله کرج، مازندران، گیلان و کرمانشاه انجام شده است همگی مؤید این مطلب است که در مورد بسیاری از کلن‌ها و گونه‌های صنوبر کاهش تعداد جسته‌ها سبب افزایش دو مشخصه قطر و ارتفاع جسته‌ها شده و در مجموع سبب می‌شود تا مقطوعات بدست آمده، از ابعاد قطری و ارتفاعی بیشتری برخوردار شوند (Modir Rahmati, 1996; Modir rahmati & Bagheri, 2003,

(2006).

دوره رویش گیاهی نیز طولانی‌تر از کشورهای اروپایی می‌باشد.

با وجود این در مورد مقدار تولید کل شاهد کمتر بودن مقدار تولید زی‌توده در مورد تیمارهای ۱ و ۲ جسته در مقایسه با تیمار چند جسته هستیم که این مورد نیز با نتایج آزمایش انجام شده در انتاریو کشور کانادا مطابقت دارد (Druck & Strobl, 1991) این تغییرات گرچه بسیار نامنظم و از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشند، ولی توجه زیادی را به خود جلب کرده و ضرورت بررسی بیشتر این موضوع را فراهم می‌کنند. با بررسی بیشتر این موضوع و توجه جدی‌تر به کلیه مشخصه‌های مورد بررسی و همچنین وضعیت خاص کلن *P.d. 63.8* که نتایج آن دقیقاً مطابق با انتظارات می‌باشد، می‌توان در کل چنین اظهار نظر کرد که کلن *P.d. 63.8* با توجه به اینکه در کلیه مشخصه‌های رویش قطر و ارتفاع و تولید در دسته کلن‌های برتر این مجموعه قرار می‌گیرد دارای وضعیت متفاوت از کلن‌های *P. euramericana* می‌باشد. بدین معنی که همان‌طور که انتظار می‌رفت وضعیت کلیه مشخصه‌های آن و حتی مشخصه تولید آن در تیمارهای ۱ و ۲ جسته وضعیت به‌مراتب بهتری از تیمار شاهد (چند جسته) دارد.

نتایج بدست آمده از این بررسی در مورد مشخصه‌های میانگین ارتفاع و میانگین قطر جسته‌ها مطابقت کامل با نتایج بدست آمده از بررسی‌های فوق دارد، بدین معنی که با کاسته شدن از تعداد جسته‌ها در تیمارهای ۱ و ۲ جسته، مقدار مواد غذایی و انرژی تولیدی توسط گیاه صرف رشد ارتفاعی و قطری مطلوب‌تر تعداد محدود جسته‌های باقیمانده شده و در نتیجه قطر برابر سینه و ارتفاع کلن‌ها در تیمارهای ۱ جسته بیشتر از تیمار ۲ جسته و در تیمار چند جسته در کمترین حد قرار دارد و این اختلاف اغلب از نظر آماری معنی‌دار است.

این برتری رشد قطری و ارتفاعی تیمارهای کم جسته سبب شده است که ما شاهد برتری تیمار ۱ جسته در مورد وزن بیشتر مقطوعات قطورتر به‌عنوان یک ارزش افزوده و وزن کمتر سرشاخه و قطعات کم ارزش تولیدی به‌عنوان یک شاخص منفی باشیم. با وجود این مقدار تولید ماده خشک ارائه شده توسط کلن‌های بررسی شده در این طرح در مقایسه با نتایج ارائه شده برای بیشتر کشورها به‌ویژه کشورهای اروپایی قابل توجه و چشمگیر می‌باشد (Bungart & Huttel, 2004) و (Laureysens *et al.*, 2002). زیرا شرایط رویشی در ایران مناسب‌تر بوده و



شکل ۳- کلن *P.e. 561.41* در تیمار ۱ جسته (پایه‌های جلوی تصویر) در تابستان ۱۳۸۶



شکل ۲- کلن هیبرید طبیعی دلتوئیدس *P.d. 63.8* در تیمار ۱ جسته در زمستان ۱۳۸۶



شکل ۵- کلن *P.e. triplo* در تیمار ۲ جست در زمستان سال ۱۳۸۶



شکل ۴- کلن *P.e. costanzo* در تیمار چند جست (شاهد) در زمستان

۱۳۸۶

### منابع مورد استفاده

#### References

- Bagheri R., Modir Rahmati, A.R. and Kasemi, S.F., 2008. Assessment of research trends in short rotation system and its strategy in future. Proceedings of Second National Congress on Poplar and Potential Use in Poplar Plantation, Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran: 214-227.
- Bungart, R. and Huttel, 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.
- Druck, N. and Strobl, S., 1991. Type and timing of thinning hybrid Poplar coppice affects growth. Northern Journal of Applied Forestry, 8(4): 166-168.
- Einspahr, D.W., 1972. Wood and fiber production from short rotation stands. U.S.D.A. Forest Serv., Gen. Tech. Rept., NC-1:45-51.
- Laureysens, I., Deraedt, R. and Ceulemans, R., 2002. High density coppice culture of Poplar: clonal differences in biomass production, shoot and stool mortality. University of Antwerp (UIA), Department of Biology, Universiteitsplein 1, B-2610 Wilrijk, Belgium.
- Mitchell, C., 1984. Energy forestry research in Britain, Ecology and Management of forest biomass production systems. Dept. Ecol. & Environ., Swed. Univ. Agric. Scirep, 15: 543-561.
- Modir Rahmati, A.R., 1996. Determination of the most suitable Poplar clone in short rotation systems. Research Institute of Forests and Rangelands, 100 p.
- Modir Rahmati, A.R. and Bagheri, R., 2003. Poplar clones trial for three year short rotation system. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 11(4): 613-637.
- Modir Rahmati, A.R. and Bagheri, R., 2006. Determination of the adaptive and productive clones of Poplar at four year short rotation system. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 12(2): 100-115.
- Steinbeck, K., 1973. Short rotation forestry in the United State, A review. an Inst. Chem. Eng. symp. series, 70: 62-66.

## An investigation on optimal number of shoots in different Poplar clones at short rotation system

R. ghasemi<sup>1\*</sup>, A.R. Modir-Rahmati<sup>2</sup> and R. Baghery<sup>3</sup>

1\*- Corresponding author, Senior Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, P.O. Box 13185-116, Tehran, I.R. Iran. E-mail: ghassemi@rifr-ac.ir

2- Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, P.O. Box 13185-116, Tehran, Iran.

3- Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, P.O. Box 13185-116, Tehran, Iran.

Received: 20.02.2012

Accepted: 15.10.2012

### Abstract

Pruning and eliminating some of the shoots of each poplar tree at short rotation method helps the remainder shoots to use more nutrition, light and water and produce stems with high diameter and height which can be used at high productivity industries such as paper production. The aim of the research was to study the effect of different levels of pruning on wood production per area unit, as well as their effect on wood dimensions. The trial was conducted under the experimental design of split plots at three replicates at four year period (2004-2007) in Alborz Experimental Complex, Karaj city of I.R. Iran. The main treatments consisted of five outstanding poplar clones (*Populus x euramericana costanzo*, *Populus x euramericana vernirubensis*, *Populus euramericana triplo*, *Populus x euramericana 561.41* and *Populus x deltoids 63.8*) and the secondary treatments consisted of different remaindered shoots at each poplar tree. The shoots height and diameter were measured annually at the end of growth period of the poplars. The wooden biomass wet and dry weight was measured at the end of the trial. The data were analyzed, using the SAS software. The results showed that the average number of the shoots varied between three (minimum) at control treatment for each tree of *P.d.* 63.8 and 5.8 (maximum) for each tree of *P. e.* 561.41. These two poplar clones had greater diameter and height than the other clones. The average total height and diameter of the single shoot was more the bishoots and the bishoots were more than the multishoots. The greatest and the lowest average of dbh belonged to *P.d.* 63.8 at single shoot treatment and *P.e.* vernirubensis at multishoots treatment, respectively. The greatest and the lowest total height belonged to *P.d.* 63.8 (9.14 m.) and *P. e.* 561.41 (4.24 m.), respectively and there were different differences between the clones and different treatments in respect to average of diameter and total height. The highest and the lowest amount of biomass belonged to *P.d.* 63.8, *P. e.* 561.41 and *P.e.* vernirubensis, respectively and there was significant difference between the clones in respect to biomass production. Biomass production in the *P. euramericana* clones at multishoots treatment (control) was more than the single and bishoot treatments, whereas in *P. deltoids* it was greater in single shoot treatment than the bio and multishoots treatments. The highest and the greatest biomass (dry weight) production belonged to *P.e.* vernirubensis at single shoot treatment (9.2 tone/ha/yea) and *P.d.* 63.8 at single shoot treatment (19.3 tone/ha/year), respectively.

**Key words:** Populus, clone, short rotation system, pruning, biomass production, sprout.