

## بررسی سازگاری کلن‌های صنوبر تاج‌باز در استان مرکزی

غلامرضا گودرزی<sup>۱\*</sup>، علیرضا مدیر رحمتی<sup>۲</sup> و فاطمه احمدلو<sup>۳</sup>

\*- نویسنده مسئول، مربی پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، اراک. پست الکترونیک: [goodarzi44@yahoo.com](mailto:goodarzi44@yahoo.com)

<sup>۲</sup>- دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران

<sup>۳</sup>- دانشجوی دکتری، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریائی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۴

تاریخ دریافت: ۹۱/۵/۱۰

### چکیده

تحقیق حاضر با هدف انتخاب و معرفی کلن‌های پُر محصول و سازگار صنوبر در ایستگاه تحقیقات منابع طبیعی مرحوم مهندس یونسی (خسبیجان- اراک) در سال ۱۳۷۶ اجرا شده است. به همین منظور تعداد ۱۴ کلن صنوبر تاج باز از گونه‌های *Populus alba deltoidea*، *Populus euramericana* و *Populus nigra* که در خزانه سلکسیون برتری خود را نشان داده بودند در طرح سازگاری برای یک دوره هشت ساله در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در فواصل کاشت ۴ x ۴ متر برای آزمایش سازگاری بررسی شدند. در پایان هر فصل رویش، مشخصه‌های قطر برابر سینه، ارتفاع کل، موجودی حجمی، میانگین رویش قطری و ارتفاعی و حجمی، مقاومت به آفات، کیفیت تنه و کیفیت تاج اندازه‌گیری گردید. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مشخصه‌های مورد بررسی بجز رویش قطری و ارتفاعی، اختلاف آماری معنی‌داری را نشان دادند. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کلن *P.e.vernirubensis* بیشترین مقدار قطر برابر سینه، ارتفاع، موجودی حجمی و رویش حجمی را داشته است. به طوری که بیشترین مقدار مقاومت به آفات در کلن‌های *P.e.vernirubensis* و *P.a.45.77*، درصد کیفیت تنه در *P.a.45.77* و کیفیت تاج در *P.e.triplo* مشاهده شد. البته کمترین ارتفاع، موجودی حجمی، میانگین رویش حجمی، مقاومت به آفات، درصد کیفیت تنه و درصد کیفیت تاج در *P.n.72.8* وجود داشت. کلن‌های *P.e.vernirubensis*، *P.d.69.55*، *P.e.214* و *P.e.455* و *P.e.triplo* به ترتیب با ۱۹/۵، ۱۸/۵، ۱۸/۲۳، ۱۷/۱۳ و ۱۶/۴۶ مترمکعب در هکتار و در سال به‌عنوان کلن‌های سازگار صنوبر با تولید زیاد چوب و کلن‌های *P.n.72.6*، *P.n.72.10*، *P.d.missouriensis*، *P.d.73.51* و *P.n.72.8* به‌عنوان ارقام ناموفق صنوبر معرفی شدند.

واژه‌های کلیدی: قطر برابر سینه، ارتفاع کل، کیفیت تنه و تاج، مقاومت به آفات، رویش حجمی

### مقدمه

طرفی صنوبرها به دلیل رشد سریع، امکان کشت انبوه، رویش بالای سالیانه و کوتاه بودن دوره بهره برداری در نقاط مختلف ایران کشت می‌شوند. تحقیقات صنوبر در استان مرکزی نیز همسو با سایر استانها از سال ۱۳۷۲ با طرح جمع‌آوری و بررسی گونه‌ها و ارقام بومی و غیر بومی آغاز شد. در این طرح تعداد ۵۲ کلن صنوبر بومی و غیر بومی طی چهار سال در خزانه‌های آزمایشی مورد بررسی قرار گرفتند، از این تعداد ۱۴ کلن تاج باز و ۲۱

جنس صنوبر (*Populus*) متعلق به تیره سالیکاسه (*Salicaceae*) دارای شش بخش و بیش از ۳۰ گونه است (Eckenwalder, 1996). سهولت دو رگ‌گیری میان گونه‌ها در تحقیقات به‌نژادی صنوبر به تولید ارقام و کولتیوارهای زیادی منجر شده است که مبنایی را برای بررسی‌های سازگاری ارقام، بررسی تنوع و در نهایت گزینش ارقام برای مناطق مورد نظر فراهم می‌آورد. از

کلن تاج بسته برای بررسی سازگاری و ایجاد پوپولتوم مقایسه‌ای انتخاب شدند (Goodarzi, 1999). در این راستا تحقیقاتی نیز توسط دیگر محققان انجام شده است، مانند Hemati & Modirrahmati (2002) در اراضی صنایع کاغذ غرب استان کرمانشاه که بیشترین میزان تولید چوب سالیانه را در کلن *P. e. 214* با ۲۷ مترمکعب در هکتار و Ghasemi & Modirramahti (2004) در مرکز تحقیقات البرز کرج بیشترین میزان تولید چوب سالیانه را در کلن *P. e. vernirubensis* با ۲۷/۴ مترمکعب در هکتار بدست آوردند. از ۲۰ کلن بررسی شده در ایستگاه صفرابسته گیلان بیشترین تولید سالیانه را کلن *P. d. 72/51* با ۱۷/۵۴ مترمکعب، بیشترین متوسط رویش حجمی را *P. d. 63/51* با ۲۳/۴۶ مترمکعب در هکتار، بیشترین رشد قطری را *P. d. 63/51* و *P. e. triplo* به ترتیب با ۲۰/۹ و ۱۹/۸ سانتی متر دارا بوده‌اند (Karimi & Rahmani, 2004). در دو ایستگاه مهرگان و اسلام‌آباد غرب کرمانشاه با بررسی ۱۸ کلن صنوبر تاج باز در طی ۷ سال، کلن‌های *P. e. 488*، *P. e. 214*، *P. e. 92/40*، *P. e. 455*، *P. d. 77/51* و *P. e. 561/41* با قطر برابر سینه ۲۲/۳ تا ۲۶/۷ سانتی‌متر، ارتفاع ۱۸/۲ تا ۲۰ متر و تولید سالیانه ۲۷ تا ۳۹ مترمکعب در هکتار برای کشت انبوه در استان معرفی شدند (Noori et al., 2006). (Yousefi & Modirrahmati 2007) آزمایشی با تعداد ۱۰ کلن صنوبر تاج باز در اراضی حاشیه رودخانه قشلاق سنندج و در پایان سال پنجم سه رقم *P. d. 63/2*، *P. e. 561/41* و *P. d. 63/1* به ترتیب با میانگین رویش حجمی سالیانه برابر ۲۵/۱۸، ۱۹/۳۸ و ۱۹/۰۶ مترمکعب در هکتار و با قطر تاج حدود ۳/۹-۳/۶۸ متر و با وضعیت شادابی عمومی خوب تا عالی، میزان آلودگی به آفات بسیار کم و تنه به‌طور عمده صاف و بدون شاخه به‌عنوان کلن‌هایی با سازگاری برتر معرفی شدند. در بررسی ۸ ساله در ایستگاه تحقیقات صنوبر و درختان سریع‌الرشد بلداجی چهار محال و بختیاری کلن‌های *P. e. 154*، *P. e. costanzo*، *P. e. I.214*، *P. e. vernirubensis* و *P. e. 262* به ترتیب با رویش حجمی

۱۳/۱۲، ۱۲/۸۳، ۱۲/۵۴، ۱۲/۱۱ و ۱۱/۶۵ مترمکعب در هکتار و در سال به‌عنوان کلن‌های سازگار معرفی شدند (Talebi et al., 2011). در آزمایش سازگاری ارقام مختلف صنوبر در استرالیا رویش متوسط حجمی در کلن‌های *P. d. 65.31*، *P. e. 488* در فاصله کاشت ۴/۵\*۴/۵ متر و پس از ۸ سال به ترتیب ۴۳/۹۶ و ۳۷/۹۸ مترمکعب در هکتار در سال به‌دست آمد (Pryor & Willing, 1983). *P. deltooides* کلن *P. d. NL-80351* و *P. euramericana I-72*، *P. d. 1-69* مزرعه تحقیقاتی چین (Baoying کشور چین) بعد از ۶ سال نتیجه گرفتند که قطر برابر سینه در *P. d. NL-80351*، *P. d. 1-69* و *P. e. I-72* به ترتیب برابر با ۱۸، ۱۷/۴ و ۱۷ سانتی‌متر و ارتفاع در *P. d. 1-69*، *P. d. NL-80351* و *P. e. I-72* به ترتیب برابر با ۱۸/۰۸، ۱۸/۰۵ و ۱۶/۶ متر است و میانگین رشد قطری و ارتفاعی *P. d. 1-69* و *P. d. NL-80351* برابر به ترتیب ۴/۱ و ۹ درصد نسبت به *P. e. I-72* بیشتر است. (Swamy et al., 2006) در بررسی رشد کلن *P. deltooides* در مزرعه تحقیقاتی جنگلداری دانشگاه گاندى هند نتیجه گرفتند که بیشترین قطر برابر سینه و ارتفاع در *P. d. 65/27* و کمترین آن در *P. d. S7Cl* است و میانگین رویش قطری و ارتفاعی سالیانه به ترتیب ۱/۶ و ۱/۳ برابر بیشتر در *P. d. 65/27* نسبت به *P. d. S7Cl* است.

بررسی سازگاری و میزان تولید چوب ارقام مختلف صنوبر، گامی مؤثر برای توسعه سطح صنوبرکاری‌ها و تولید هر چه بیشتر چوب خواهد گردید. در استان مرکزی با دارا بودن بیش از ۴۵۰۰ هکتار صنوبرکاری متمرکز و حائز رتبه هفتم در کشور (Moshiri Vaziri & Makhdomi, 1992)، می‌توان اقدامات اساسی در این زمینه انجام داد. تحقیق حاضر با هدف معرفی ارقام پُر محصول، مقاوم به آفات و با کیفیت در شرایط اقلیمی و آب و هوایی استان مرکزی برای افزایش تولید در واحد سطح، تأمین نیازهای صنایع چوب و افزایش درآمد روستائیان انجام شد.

## مواد و روش‌ها

## - موقعیت جغرافیایی منطقه مورد پژوهش

تحقیق حاضر در ایستگاه تحقیقات منابع طبیعی مرحوم مهندس یونسی (خسبیجان اراک) واقع در ۵۰ کیلومتری غرب شهرستان اراک و در مجاورت رودخانه قره‌چای به-عنوان قطب صنوبرکاری انجام شده است. ایستگاه خسبیجان با میانگین بارندگی سالیانه ۳۵۰ میلی‌متر، درجه حرارت ۱۳/۲ درجه سانتی‌گراد، اقلیم استپی سرد (بر-اساس طبقه‌بندی گوسن) و ارتفاع ۱۷۵۰ تا ۲۶۵۰ متر از

سطح دریا در موقعیت جغرافیایی ۴۹ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۲۴ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۸ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۰ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. خاک منطقه به‌نسبت عمیق (بیشتر از ۱۰۰ سانتی‌متر) به رنگ قهوه‌ای با بافت متوسط و اسیدیته آن بین ۷/۷ تا ۸ است (Anonymous, 2002). در تحقیق حاضر تعداد ۱۴ کلن صنوبر تاج‌باز پس از بررسی‌های اولیه در خزانه سلکسیون، انتخاب شد (جدول ۱).

جدول ۱- نام و مبدأ دریافت کلن‌های صنوبر ارقام تاج‌باز

ردیف	نام کلن	مبدأ تهیه قلمه
۱	<i>Populus deltoides</i> Marsh.cv.missouriensis*	آمریکا
۲	<i>Populus deltoides</i> Marsh.69/55	آمریکا
۳	<i>Populus deltoides</i> Marsh.77/51	آمریکا
۴	<i>Populus deltoides</i> Marsh.73/51	آمریکا
۵	<i>Populus alba</i> L.cv.44/13	ایران
۶	<i>Populus alba</i> L.cv.45/77	ایران
۷	<i>Populus Xeuramericana</i> (Dode) Guineir 262	دورگه ایتالیا
۸	<i>Populus Xeuramericana</i> (Dode) Guineir.cv.triplo 37/67	دورگه ایتالیا
۹	<i>Populus Xeuramericana</i> (Dode) Guineir.cv.I- 214	دورگه ایتالیا
۱۰	<i>Populus Xeuramericana</i> (Dode) Guineir.cv.I- 455	دورگه ایتالیا
۱۱	<i>Populus Xeuramericana</i> (Dode) Guineir.cv.vernirubensis	دورگه ایتالیا
۱۲	<i>Populus nigra</i> L.cv.72/8	ایران- مرکزی
۱۳	<i>Populus nigra</i> L.cv.72/10	ایران- مرکزی
۱۴	<i>Populus nigra</i> L.cv.72/6	ایران- مرکزی

\* اسامی کلن‌های ذکر شده در جدول ۱ در متن برای سهولت به اختصار آورده شده است.

## روش پژوهش

از کلن‌های مورد نظر به تعداد کافی نهال تولید و در قطعه زمینی به مساحت ۱/۷ هکتار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و به فواصل ۴\*۴ متر در اسفند ۱۳۷۶ در ایستگاه تحقیقات منابع طبیعی مهندس یونسی کشت شدند. از هر کلن تعداد ۷۵ اصله نهال یکساله

(ساقه یکساله- ریشه یکساله) و در هر تکرار تعداد ۲۵ اصله نهال به‌صورت گروهی ۵\*۵ (مربع‌شکل) کاشته شد، به‌منظور حذف اثرهای حاشیه‌ای آماربرداری‌ها فقط از ۹ اصله نهال میانی انجام و بقیه به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شدند. طی یک دوره هشت ساله عملیات نگهداری شامل آبیاری هفتگی، مبارزه با علفهای هرز از طریق مکانیکی،

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم‌افزار SPSS 17 انجام شد. ابتدا شرط نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و همگنی واریانس داده‌ها به وسیله آزمون لون انجام شد. برای تعیین اختلاف آماری داده‌ها از تجزیه واریانس دو طرفه و برای مقایسه میانگین‌ها در صورت همگنی واریانس‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. محاسبه برآورد اندازه اثر صفت ( $\eta^2$ ) نیز طبق معادله ۳ انجام گردید.

$$\text{Eta squared } (\eta^2) = \frac{S_{\text{treatment}}}{S_{\text{total}}}$$

[۳]

$S_{\text{treatment}}$  = واریانس بین گروه‌ها و  $S_{\text{total}}$  = واریانس کل همچنین از آنالیز تشخیص (Discriminant Analysis) نیز برای تعیین مهمترین صفات برای بررسی کلن‌ها استفاده شد که در آن هر چه Wilks' Lambda نزدیکتر به ۱ باشد یعنی شباهت گروه‌ها بهم بیشتر و هر چه این عدد به صفر نزدیکتر باشد یعنی بررسی صفت مورد نظر در تفکیک کلن‌ها مؤثر است. برای تجزیه و تحلیل صفات کیفیت تنه، کیفیت تاج و مقاومت به آفات با توجه به تعداد کلی کلن‌ها، آنها را به درصد تبدیل کرده و از آزمون کروسکال والیس (Kruskal-Wallis) برای مقایسه کلی و از آزمون من ویتنی یو (Mann-Wihtney U) برای مقایسه چندگانه استفاده شد.

### نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که میانگین ۷ ساله رویش قطری و رویش ارتفاعی بین کلن‌های مختلف اختلاف آماری معنی‌داری را نشان ندادند و دیگر شاخص‌های مورد بررسی اختلاف آماری معنی‌داری را نشان می‌دهند (جدول ۲).  $\eta^2$  و Wilks' Lambda نیز نشان می‌دهند که به ترتیب درصد کیفیت تاج، قطر برابر سینه، موجودی حجمی، مقاومت به آفت، میانگین ۷ ساله

شخم زدن و وجین دستی به دفعات مورد نیاز و هرس نیز از سال سوم تا هفتم هر سال به میزان ۱ تا ۱/۵ متر (در مجموع ۵ سال تا ارتفاع ۷/۵ متر از سطح زمین) انجام شد.

هر ساله در پایان فصل رویش، قطر درختان در محل ارتفاع برابر سینه (۱/۳۰ متر از سطح زمین که قبلاً اندازه‌گیری و رنگ‌آمیزی شده بود) با کولیس و نوار قطرسنج تا دقت میلی‌متر و ارتفاع درختان با سونتو تا دقت سانتی‌متر اندازه‌گیری گردید. حجم درخت سرپا تولیدی بوسیله رابطه ۱ و حجم در هر هکتار درخت سرپا از رابطه ۲ محاسبه شد.

$$V = \pi/4 \cdot d^2 \cdot h \cdot f \quad [1]$$

$V$  = حجم سرپا به مترمکعب،  $d$  = قطر برابر سینه به متر،  $h$  = ارتفاع به متر،  $f$  = ضریب شکل.

$$Vha = V \times 10000 / \text{کاشت} \quad [2]$$

سپس رویش قطری، ارتفاعی و حجمی کلن‌ها به تفکیک برای سال‌های مختلف محاسبه و میانگین ۷ ساله آنها محاسبه شد. در طول هر فصل رویش علاوه بر انجام عملیات داشت، مقاومت و حساسیت کلن‌های مختلف به آفات و امراض، کیفیت تنه و کیفیت تاج بررسی شد. کلن‌ها از نظر کیفیت تنه به ۴ درجه کیفی شامل درجه ۴ (صاف و مستقیم)، درجه ۳ (خمیدگی کم)، درجه ۲ (خمیدگی متوسط) و درجه ۱ (خمیدگی زیاد) و از نظر تراکم تاج و شاخه به ۳ درجه کیفی شامل درجه ۱ (کم)، درجه ۲ (متوسط) و درجه ۳ (زیاد) درجه‌بندی گردیدند (Goodarzi, 2006). با توجه به تأثیر مجموع آفات (چوبخوار، برگخوار و مکنده) و آماربرداری‌های سالیانه، تمامی کلن‌ها از نظر مقاومت به آفات در ۵ درجه کیفی شامل درجه ۵ (۱۰۰ درصد مقاوم)، درجه ۴ (۷۵ درصد مقاوم)، درجه ۳ (۵۰ درصد مقاوم)، درجه ۲ (۲۵ درصد مقاوم) و درجه ۱ (کاملاً حساس) درجه‌بندی شدند. پس از نمره‌دهی کلن‌های مختلف، تجزیه واریانس مقاومت به آفات در کلن‌های مختلف بر حسب درصد انجام گردید.

(۲۳/۸۷ مترمکعب در هکتار در سال) را دارد. به طوری که کمترین قطر برابر سینه در *P.e.262* و کمترین ارتفاع، موجودی حجمی و رویش حجمی در *P.n.72.8* مشاهده می‌شود (جدول ۳).

رویش حجمی، درصد کیفیت تنه و ارتفاع در بررسی کلن‌ها مؤثرترند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که *P.e.vernirubensis* بیشترین میزان قطر برابر سینه (۲۲/۳۷ سانتی‌متر)، ارتفاع (۱۵/۲ متر)، موجودی حجمی (۱۸۸/۸۵ مترمکعب در هکتار) و رویش حجمی

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات بررسی شده در آخر دوره مورد تحقیق

Wilks' Lambda	Eta squared ( $\eta^2$ )	F پیش‌بینی شده	F محاسبه شده	میانگین مربعات	مجموع مربعات	درجه آزادی	منبع تغییرات	
۰/۳۳۲	۰/۶۷	۰/۲۷۶۴	۱/۰۱**	۱۱/۷۶۰۲	۱۵۲/۸۸۳	۱۳	تیمار	قطر برابر سینه (سانتی‌متر)
		۰/۸۳۲	۰/۱۹	۲/۱۴۷۸	۴/۷۵۹۲	۲	بلوک	
				۱۱/۵۹۷۶	۳۰۱/۵۳۷۶	۲۶	خطا	
۰/۴۶۶	۰/۵۳	۰/۰۳	۲/۴۳*	۷/۶۸	۹۹/۸۳	۱۳	تیمار	ارتفاع (متر)
		۰/۴۷	۰/۷۸	۲/۴۸	۴/۹۵	۲	بلوک	
				۳/۱۶	۸۲/۰۹۴	۲۶	خطا	
۰/۳۹۷	۰/۶	۰/۰۰۷۴	۳/۰۶*	۴۳۵۸/۹	۵۶۶۶۵/۷۵	۱۳	تیمار	موجودی حجمی (مترمکعب در هکتار)
		۰/۹۱	۰/۱	۱۳۵/۵۱	۲۷۱/۰۳	۲	بلوک	
				۱۴۲۵/۳۱	۳۷۰۵۸/۰۸	۲۶	خطا	
۰/۶۴۲	۰/۳۶	۰/۵۸۲۳	۰/۸۸ <sup>ns</sup>	۰/۹۹۸۸	۱۲/۹۸	۱۳	تیمار	میانگین ۷ ساله رویش قطری
		۰/۳۳۳۴	۱/۱۸	۱/۳۳۹	۲/۶۷۸	۲	بلوک	
				۱/۱۳۵۵	۲۹/۵۲۲۸	۲۶	خطا	
۰/۶۵۶	۰/۳۴۴	۰/۵۳	۰/۹۴ <sup>ns</sup>	۰/۷	۹/۰۷	۱۳	تیمار	میانگین ۷ ساله رویش ارتفاعی
		۰/۵	۰/۷	۰/۵	۱/۰۳	۲	بلوک	
				۰/۷۴	۱۸/۵۷	۲۶	خطا	
۰/۴۳۴	۰/۵۷	۰/۰۰۷۶	۳/۰۵**	۸۸/۹۵	۱۱۵۶/۳۹	۱۳	تیمار	میانگین ۷ ساله رویش حجمی (مترمکعب در هکتار در سال)
		۰/۹۲	۰/۰۹	۲/۶	۵/۱۹	۲	بلوک	
				۲۹/۲۱	۷۵۹/۴۹	۲۶	خطا	

\* و \*\* = تفاوت معنی‌دار به ترتیب در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱، ns = عدم تفاوت معنی‌دار

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات رویشی مورد بررسی در آخر دوره مورد تحقیق

کلن‌ها	قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	ارتفاع (متر)	موجودی حجمی (مترمکعب در هکتار)	میانگین ۷ ساله رویش قطری	میانگین ۷ ساله رویش ارتفاعی	میانگین ۷ ساله رویش حجمی (مترمکعب در هکتار در سال)
<i>P.e.vernirubensis</i>	۲۲/۳۷ (۱/۱۴) a	۱۵/۲(۰/۶۱) a	۱۸۸/۸۵ (۲۵/۸) a	۲/۷۳(۰/۴) a	۱/۷(۰/۲) a	۱۹/۴۵(۶/۵) a
<i>P.e.455</i>	۱۸/۵ (۱/۸۶) abc	۱۳/۹(۱/۳۵) ab	۱۲۳/۸۳ (۳۸/۵) ab	۲/۴۸(۰/۲) a	۱/۶۹(۰/۲) a	۱۷/۱۳(۳/۱) abc
<i>P.e.214</i>	۱۸/۶(۱/۷) abc	۱۳/۸۳(۰/۷۸) ab	۱۲۱/۸۶ (۲۹/۴) ab	۲/۴۵(۰/۳) a	۱/۶۹(۰/۰۸) a	۱۸/۲۳(۲/۹) ab
<i>P.d.69.55</i>	۱۹/۶(۰/۶۵) ab	۱۳/۱۳(۰/۴۸) ab	۱۲۳/۶۱ (۵/۹) ab	۲/۵۲(۰/۲) a	۱/۵۷(۰/۰۴) a	۱۸/۵(۲/۴) ab
<i>P.d.77.51</i>	۱۷/۱(۰/۲۶) bcde	۱۲/۹۳(۱/۱۹) ab	۹۳/۳۴ (۱۱/۶) bc	۲/۲۸(۰/۰۳) a	۱/۴۹(۰/۲) a	۱۳/۳۲(۱/۶) abcde
<i>P.e.triplo</i>	۱۷/۴۷ (۰/۸۸) bcd	۱۳/۳۷(۰/۸۶) ab	۹۹/۳۷ (۵/۱) bc	۲/۲۴(۰/۱۷) a	۱/۶(۰/۲) a	۱۶/۴۶(۱/۶) abcd
<i>P.a.44.13</i>	۱۶/۴(۲/۱۹) bcde	۱۲/۶۳(۱/۲) ab	۸۹/۱۸ (۳۱/۸) bc	۲/۲۳(۰/۳) a	۱/۴۸(۰/۱) a	۱۳/۰۶(۴/۲) bcde
<i>P.e.262</i>	۱۱/۹(۱/۰۶) f	۱۲/۴(۱/۱۵) ab	۶۹/۸۶ (۳۰) bc	۲(۰/۴) a	۱/۴۷(۰/۱) a	۱۱/۶۵(۵/۵) bcde
<i>P.n.72.6</i>	۱۷/۷(۰/۸) bcd	۱۳/۶۳(۱/۶) ab	۱۰۲/۹ (۴/۶) bc	۲/۳۸(۰/۰۸) a	۱/۵۱(۰/۲۴) a	۱۶/۱(۰/۸۸) abcd
<i>P.n.72.10</i>	۱۷/۰۳(۱/۴۱) bcde	۱۲/۹۷(۰/۵۳) ab	۹۲/۸۸ (۱۴/۱) bc	۲/۲۷(۰/۲) a	۱/۴۷(۰/۱) a	۱۳/۹۶(۱/۹) abcde
<i>P.a.45.77</i>	۱۴/۹۷(۱/۰۷) cdef	۱۱/۷ (۰/۹) abc	۶۶/۲۱ (۱۴/۴) bc	۱/۹۹(۰/۱) a	۱/۳۴(۰/۱) a	۹/۴۵(۲/۰۵) cde
<i>P.d.missouriensis</i>	۱۵/۱۷(۲/۰۵) bcdef	۱۱/۶(۱/۶) bc	۷۲/۸۵ (۲۷/۶) bc	۲/۰۱(۰/۲۸) a	۱/۳۷(۰/۳) a	۹/۴(۳/۰۵) cde
<i>P.d.73.51</i>	۱۳/۶۷(۱/۴۶) def	۱۱/۲۳(۰/۶) bc	۵۱/۵۵ (۸/۲) bc	۱/۸(۰/۲) a	۱/۳۱ (۰/۰۴) a	۷/۳۴(۱/۱) de
<i>P.n.72.8</i>	۱۲/۷(۰/۷۲) ef	۸/۴۳(۰/۲۸) c	۳۳/۷۸ (۴/۶) c	۱/۷(۰/۱) a	۰/۹۵ (۰/۰۴) a	۴/۸۶(۰/۶۵) e

حروف مختلف در ستون مربوط به هر مشخصه مبین تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ است. همچنین اعداد داخل پرانتز اشتباه معیار هستند.

رو به آفتاب) لارو با تغذیه از کامبیوم سبب خسارت می‌شود. کلن‌های *P.e.214* و *P.d.77.51* حساسترین و *P.d.missouriensis*، *P.a.44.13*، *P.e.vernirubensis* و *P.a.45.77* و *P.d.73.51*، *P.n.72.8*، *P.e.triplo* مقاومترین کلن‌ها می‌باشند. همچنین در کلن‌های گروه *P. nigra* خسارت این آفت بیشتر بوده و در بین کلن‌های گروه *P. alba* عموماً آلودگی به این آفت به دلیل ضخامت پوسته تنه خیلی کم بوده و فقط در سال‌های اول کاشت بعضی از پایه‌ها به علت خشکی و جابجایی نهال و شرایط نامناسب آبیاری به این آفت مبتلا شدند. در بین کلن‌های *P.d.77.51* آلودگی کم تا متوسط بوده ولی *P.d.77.51* از درجه حساسیت بیشتری برخوردار بود. در بین *P.euramericana*، کلن‌های *P.e.214* و *P.e.262* از آلودگی متوسط در برابر این آفت برخوردار بودند.

بیشترین تنه با کیفیت صاف و مستقیم در کلن *P.e.vernirubensis* و بیشترین تنه با خمیدگی زیاد در کلن‌های *P.n.72.8* و *P.n.72.10* مشاهده می‌شود (جدول ۴). البته بیشترین درصد کیفیت تاج در کلن *P.e.triplo* و بیشترین تراکم شاخه در کلن‌های *P.n.72.6*، *P.n.72.10* و *P.n.72.8* مشاهده می‌شود (جدول ۴). حساس‌ترین کلن‌ها به آفات در *P.n.72.6*، *P.n.72.10* وجود دارد (جدول ۴).

نتایج بررسی کلن‌های صنوبر از نظر ابتلاء به آفت‌ها و بیماری‌ها

- سوسک چوب خوار صنوبر (*Picta Pall. Melanophyla*)

این آفت به بیشتر نقاط تنه (ارتفاع مختلف در طول تنه) حمله کرده و به‌ویژه در سمت جنوبی و غربی تنه (جهت

جدول ۴- نتایج آزمون کروسکال والیس و مقایسه میانگین صفات رویشی مورد بررسی در آخر دوره مورد تحقیق با آزمون من ویتنی یو

کلن‌ها	درصد کیفیت تنه			درصد کیفیت تاج و تراکم شاخه			مقاومت به آفات			X <sup>2</sup>	P			
	صاف و مستقیم	خمیدگی کم	خمیدگی متوسط	کم	متوسط	زیاد	مقاوم	مقاوم ۷۵ درصد	مقاوم ۵۰ درصد					
	۱۰۲۶/۳	۱۰۱۷/۵	۸۹۹/۸	۱۲۱۴/۵	۹۰۴/۴	۱۰۲۴	۵۴۷/۷	۱۲۱۵/۳	۱۱۴۶/۶	۱۱۹۳/۷	۶۲۷/۷	۱۲۲۳/۷		
	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*		
<i>P.e.vernirubensis</i>	۹۱/۷a	۵e	۳/۳cd	۰e	۸۳/۳b	۱۰d	۶/۷cd	۱۰۰a	۰d	۰c	۰d	۰b	۰d	
<i>P.e.455</i>	۳۵c	۵۵a	۵c	۵d	۶/۷d	۸۶/۷a	۶/۷d	۱۰۰a	۰d	۰c	۰d	۰b	۰d	
<i>P.e.214</i>	۸۸/۳b	۶/۷d	۵c	۰d	۸۳/۳b	۱۰d	۶/۷cd	۱۰۰a	۰d	۰c	۰d	۰b	۰d	
<i>P.d.69.55</i>	۸۳d	۲۸/۳b	۵۵a	۸/۳c	۸۶/۷a	۸/۳e	۵d	۷۵b	۲۰a	۵a	۰d	۰b	۰d	
<i>P.d.77.51</i>	۸۸/۳b	۶/۷d	۵c	۰d	۸۶/۷a	۱۰d	۳/۳de	۷۵b	۱۸/۳ab	۵a	۱/۷d	۰b	۱/۷d	
<i>P.e.triplo</i>	۳۱/۷c	۵۸/۳a	۵c	۵c	۸۸/۳a	۸/۳e	۳/۳de	۷۵b	۱۶/۷b	۵a	۳/۳c	۰b	۳/۳c	
<i>P.a.44.13</i>	۶/۷e	۲۵c	۶۰a	۸/۳c	۷۶/۷c	۱۳/۳d	۱۰c	۱۰۰a	۰d	۰c	۰d	۰b	۰d	
<i>P.e.262</i>	۲۵c	۶۰a	۸/۳c	۶/۷c	۷۸/۳c	۱۵c	۶/۷cd	۱۰۰a	۰d	۰c	۰d	۰b	۰d	
<i>P.n.72.6</i>	۶/۷e	۲۳/۳c	۶۰a	۱۰bc	۳/۳e	۲۰b	۷۶/۷a	۸/۳d	۶/۷c	۳/۳b	۸/۳b	۷۳/۳a	۸/۳b	
<i>P.n.72.10</i>	۵f	۶/۷d	۲۶/۷b	۶۱/۷a	۵de	۱۸/۳bc	۷۶/۷a	۸/۳d	۶/۷c	۳/۳b	۸/۳b	۷۳/۳a	۸/۳b	
<i>P.a.45.77</i>	۶/۷e	۲۶/۷c	۵۵a	۱۱/۷b	۵de	۸۶/۷a	۸/۳c	۱۰۰a	۰d	۰c	۰d	۰b	۰d	
<i>P.d.missouriensis</i>	۶/۷e	۲۱/۷c	۶۰a	۱۱/۷b	۶/۷d	۱۸/۳bc	۷۵ab	۷۳/۳b	۱۸/۳ab	۵a	۳/۳c	۰b	۳/۳c	
<i>P.d.73.51</i>	۶/۷e	۲۳/۳c	۶۰a	۱۰bc	۸۰c	۱۳/۳cd	۶/۷cd	۷۱/۷b	۲۰a	۵a	۳/۳c	۰b	۳/۳c	
<i>P.n.72.8</i>	۱/۷g	۶/۷d	۲۳/۳b	۶۸/۳a	۳/۳e	۱۶/۷c	۸۰a	۲۵c	۶/۷c	۵a	۱/۷b	۱/۷b	۶۱/۷a	

حروف مختلف در ستون مربوط به هر مشخصه مبین تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ است.

های *P.n.72.6* در تکرار سوم به شدت مورد حمله این آفت قرار گرفته‌اند و کلن‌های *P. alba* و *P. nigra* نسبت به سایر کلن‌ها از حساسیت بیشتری برخوردار بوده‌اند.

#### - سوسک طوقه خوار صنوبر (*Capnodis Klug. (miliaris)*)

این سوسک در سال‌های اولیه خسارت بیشتری به کلن‌ها وارد کرد و بعد خسارت این آفت به شدت کاهش یافت. تغذیه لارو آن فقط از چوب ناحیه طوقه بوده و سبب خسارت می‌شود. کمترین آلودگی در کلن‌های *P.e.214*، *P.e.455* و *P.n.72.8*، *P.d.69.55*، *P.d.missouriensis*

#### - آفت پروانه زنبور مانند صنوبر (*Rottenburg. (Paranthrene tabaniformis)*)

کلن‌های *P.e.vernirubensis*، *P.e.triplo*، *P.a.45.77* و *P.a.44.13* کمترین میزان آلودگی (درجه ۱ حساسیت) و کلن‌های *P.n.72.6*، *P.e.214*، *P.d.77.51* و *P.n.72.10* بیشترین میزان آلودگی به این آفت را دارا بودند (درجه ۵ حساسیت). کلن‌های مختلف *P. nigra* در سال‌های اولیه رشد در اثر شرایط تغذیه‌ای و آبیاری نامناسب بسرعت به این آفت مبتلا شدند، به طوری که در سال‌های بعد ضمن ایجاد ضعف فیزیولوژیکی سبب افتادگی بر اثر باد در این نهال‌ها شده است. پایه-

ارتفاع، موجودی حجمی، متوسط رویش قطری، متوسط رویش ارتفاعی و متوسط رویش حجمی است. Talebi et al. (2011) در ایستگاه تحقیقات بلداجی استان چهارمحال و بختیاری و در طی ۸ سال نیز این کلن را با تولید سالیانه ۱۲/۱۱ متر مکعب در هکتار و Daneshvar & Modirrahmati (2008) در ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه اصفهان و در طی ۱۰ سال نیز این کلن را با قطر ۲۴/۹ سانتی متر و با حجم کل ۲۵۵ مترمکعب چوب در هکتار جزو کلن‌های برتر معرفی کرده‌اند. در تحقیق حاضر کلن‌های گونه دلتوئیدس به‌استثنای کلن P.d.69.55 از شرایط متوسطی از نظر قطر، ارتفاع، موجودی حجمی، متوسط رویش قطری، متوسط رویش ارتفاعی و متوسط رویش حجمی برخوردار بودند. این کلن‌ها با وجود اینکه ارقام سریع‌الرشدی هستند و در مناطق شمالی کشور به‌ویژه گیلان از رویش قابل توجهی برخوردارند و در زمره کلن‌های پُر محصول و سازگار منطقه می‌باشند اما در شرایط نیمه خشک منطقه مورد تحقیق موفق نبوده‌اند. دلیل آن این است که این کلن‌ها نیاز آبی بالایی دارند و در مقابل تنش‌های آبی و دمای بالای هوا حساس بوده و در صورت بهم خوردن نظم و مقدار آبیاری و نیز افزایش دمای هوا، رشد آنها دچار اختلال شده و زمینه مساعد برای حمله آفات و امراض در آنها فراهم می‌شود و این در حالیست که صنوبرهای *P. euramericana* این شرایط را بهتر تحمل کرده و رویش بیشتر و از نظر مقاومت به آفات هم از وضعیت به‌مراتب بهتری برخوردار می‌باشند (Swamy et al., 2006). نتایج بررسی (Ghorani 1988) طی ۱۰ سال در اراضی شرکت سهامی جنگل شفاورد روی ۱۵ کلن از گونه *P. deltooides* و دو رگ *P. euramericana* نشان داد که کلن P.d.69.55 با ۳۰ مترمکعب بیشترین میزان تولید چوب را داشته است. در ایتالیا میزان تولید کلن P.e.214 در سن ۸ سالگی، ۴۰/۸۷ مترمکعب در هکتار (Pryor & Willing, 1983) و در ایستگاه تحقیقات کرمانشاه تولیدی برابر با ۳۶ مترمکعب

دیده شد (درجه ۱ حساسیت) و به‌طور کلی حساسیت کلن‌های *P. alba* به این آفت بیشتر از سایر کلن‌ها بوده است (درجه ۴ حساسیت). درختانی که رطوبت نسبی اطراف طوقه آنها کمتر بوده، بیشتر مورد تخم‌ریزی آفت قرار گرفته‌اند. از طرفی هر چه بافت خاک سنگین‌تر باشد، خسارت وارده نیز کمتر است. در حقیقت خسارت این آفت بیشتر به شرایط نگهداری درختان مرتبط بوده و کمتر به نوع کلن ارتباط داشته است.

#### – شته مومی صنوبر (*Phloeomyzus passerinii*) (Sign.)

این آفت روی قسمت‌های چوبی، به‌ویژه تنه درختان صنوبر فعالیت داشته و از طریق مکیدن شیره گیاهی و ایجاد برجستگی‌های تاول مانند رشد چوبی درخت را از نظر کمی و کیفی به شدت تهدید و محصول چوب آن را کاهش می‌دهد. کلن‌های P.a.44.13، P.a.45.77، P.e.262، P.e.214، P.e.455، P.e.vernirubensis و مقاومترین (درجه ۱ حساسیت) و P.n.72.6، P.n.72.8 و P.n.72.10 حساس‌ترین کلن‌ها نسبت به آلودگی (درجه ۵ حساسیت) می‌باشند.

#### بحث

کلن‌های صنوبر مورد بررسی با منشأ جغرافیایی متفاوت از آمریکا، ایتالیا، استان مرکزی و دیگر مناطق ایران بودند. آزمایش‌های جمع‌آوری و گزینش ارقام بومی و معرفی ارقام غیر بومی و ارزیابی سازگاری آنها جزو تحقیقات اولیه و پیشاهنگ در اصلاح گونه‌های گیاهیست. این ارزیابی‌ها مواد لازم را برای بررسی‌های بعدی، مقایسات منطقه‌ای و طرح‌های به‌زراعی فراهم می‌آورد. از طرفی کلن‌های مختلف به دلیل تنوع ژنتیکی بالا قابلیت‌های گوناگونی در برابر حمله آفات دارند. در تحقیق حاضر کلن *P.e.vernirubensis* بهترین کلن از نظر میزان قطر،



شده و توجیه کننده اصلی پدیده ترجیح و تخصص غذایی شته مومی نسبت به گونه‌های حساس است (Sadeghi et al., 2001). از طرفی دیر جوانه‌زدن و در نتیجه ذخایر کربوهیدرات بسیار زیاد روی تنه و نازک بودن پوست تنه از عوامل حساسیت گونه‌های بومی استان مرکزی به شته مومی است (Rafiei Karahrodi, 2005).

از طرفی عامل‌های کیفی نیز در راستای عامل‌های کمی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. عامل کیفیت تنه ویژگی است که تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و یا محیطی (پدیده نورگرایی) در کلن‌های مختلف متغیر است و اگر شرایط محیطی مطلوب باشد میزان راست بودن تنه بیشتر و چند شاخگی کمتری در آنها ملاحظه می‌شود (Yousefi et al., 2002). کلن *P.a.45.77* از بیشترین درصد کیفیت تنه در تحقیق حاضر برخوردار است، درحالی‌که کلن *P.n.72.8* کمترین درصد کیفیت تنه را دارد. علت آن می‌تواند به ضعف فیزیولوژیکی این کلن در برابر حمله آفات و در نتیجه کاهش کیفیت تنه نیز مربوط باشد. همچنین کیفیت تاج و گسترش آن سبب بالا رفتن کیفیت چوب درختان شده و سبب منظم شدن دواير سالیانه و در نهایت سبب افزایش کیفیت محصولات چوبی می‌شود و به‌طور مستقیم کیفیت تنه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با توجه به نورپسند بودن صنوبرها، در زمان گستردگی تاج آنها و در اثر رقابت و نرسیدن نور کافی و یا در اثر ضعف فیزیولوژیکی، خشکیدگی تاج درختان سبب می‌شود که کلن *P.n.72.8* از کمترین درصد کیفیت تاج در تحقیق حاضر برخوردار باشد.

از نظر مقاومت به آفات در کلن‌های تاج باز، *P.e.vernirubensis* و *P.e.455* جزء کلن‌های مقاوم بوده و آفات کمتری روی آنها مشاهده گردید و از نظر مقاومت به آفات به‌ویژه شته مومی، کلن‌های بومی *P.n.72.8* و *P.n.72.6* و کلن *P.d.73.51* در رتبه‌های آخر قرار می‌گیرند. همچنین تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد بین کلن‌های مختلف از نظر مقاومت به آفات ممکن است

در هکتار و در سال (Noori et al., 2006) گزارش شده است. (Ghasemi & Modirramahti, 2004) نیز نتیجه گرفتند که بیشترین میانگین رویش قطری، ارتفاعی و حجمی در شرایط منطقه کرج مربوط به صنوبرهای گروه *P.e.214* است. به‌طورکلی توان بالقوه ژنتیکی کلن‌ها از نظر رشد ارتفاعی و همچنین واکنش آنها به محرک‌های محیطی نظیر نور و دما متفاوت است. Mirdamadi (1969) نیز گزارش کرد که کلن *P.e.455* دارای تاج نیمه گسترده و نسبت به آفات مقاوم است که با تحقیق حاضر همخوانی دارد.

در تحقیق حاضر کلن‌های بومی *P.a.44.13* و *P.a.45.77* دارای وضعیت رشدی متوسط است که مربوط به سرشت اکولوژیکی آن است و از طرفی مقاوم نسبت به آفات می‌باشند که از این نظر دارای برتری می‌باشند و می‌توان عنوان کرد که گیاه بیشتر انرژی خود را صرف مقاومت در مقابل آفات و بیماری‌ها می‌نماید. البته کلن‌های بومی *P.n.72.6*، *P.n.72.8* و *P.n.72.10* از وضعیت مطلوبی در تحقیق حاضر برخوردار نبودند. کلن‌های بومی دارای ارتفاع کم، شاخه خیلی زیاد، تنه چند شاخه و خیلی حساس به شته مومی و سایر آفات می‌باشند که در نتیجه تولید کمتری دارند. (Goodarzi et al., 2012) نیز در منطقه اراک گزارش کردند که کلن‌های تبریزی بومی نسبت به صنوبرهای تبریزی غیر بومی در رتبه‌های پایین‌تری قرار دارند و (Noori et al., 2006) در ایستگاه تحقیقات کرمانشاه نتیجه گرفتند که کلن‌های غیر بومی برتری عملکرد بالایی نسبت به میانگین تولید کلن‌های بومی دارند. تغییرات جمعیت شته مومی در ابتدا تابعی از خصوصیات رفتاری شته مومی در رابطه با شرایط فیزیولوژیک و در برخی موارد خصوصیات مورفولوژیک میزبان است. مجموع عملکرد عوامل اکولوژیک در روند رشد و نمو شته مومی و تغییرات باروری و تعداد نسل آن پدیده‌ای است که در مقایسه گونه‌ها و کلن‌های مختلف صنوبر بصورت خاصیت مقاومت و یا حساسیت ظاهر

توجه به نتایج بدست آمده کلیه کلن‌های مورد آزمایش دارای برتری عملکرد بالایی نسبت به میانگین تولید استان می‌باشند. البته کلن‌های زیر برای کشت در مناطق مختلف صنوبرکاری استان انتخاب و معرفی می‌شوند.

۱- *P.e.vernirubensis* با تولید ۱۹/۴۵ مترمکعب در هکتار در سال

۲- *P.d.69.55* با تولید ۱۸/۵ مترمکعب در هکتار در سال

۳- *P.e.214* با تولید ۱۸/۲۳ مترمکعب در هکتار در سال

۴- *P.e.455* با تولید ۱۷/۱۳ مترمکعب در هکتار در سال

### منابع مورد استفاده

#### References

- Anonymous, 2002. Report of introduction to Natural Resources Research Station of Mohandes Younesi (Khosbijan) with implemented and proposed programs. Agricultural and Natural Resources Research Center of Markazi Province, 98 p.
- Daneshvar, H.A. and Modirrahmati, A.R., 2008. Comparison of height, diameter and wood production of 14 Poplar clones in Esfahan province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 16(1): 49-60.
- Eckenwalder, J.E., 1996. Systematic and evolution of *Populus*. In: Stettler, R.F. (ed.), Biology of *Populus* and its implication for management and conservation. Parti, chapter1: 25p.
- Fang, S., Xu, X., Lu, S. and Tang, L., 1999. Growth dynamics and biomass production in short-rotation poplar plantations: 6-year results for three clones at four spacing. Biomass and Bioenergy, 17(5): 415-425.
- Ghasemi, R. and Modirramahti, A.R., 2004. Study on potential of wood production of various Poplar clones (open crown clones) in Karaj region. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 12(2): 221-249.
- Ghorani, M., 1988. Study on adaptability and production potential of poplar clones in lands of Shafaroud Guilan Forest Industry. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 10: 19-36.
- Goodarzi, G.R., 1999. Final report of research project to identify, collection and survey of native and exotic poplar cultivars in Markazi province. Agricultural and Natural Resources Research Center of Markazi Province, 101 p.
- Goodarzi, G.R., 2006. The final report of a research project to final adaptability experiment of poplar clones for introducing the most suitable clones. Agricultural and Natural Resources Research Center in Markazi Province, 104p.

ناشی از عدم آبیاری مناسب در بخشی از عرصه به علت شرایط نامناسب توپوگرافی زمین باشد، به طوری که کلن‌هایی که در بلندی قرار گرفته‌اند شرایط نامطلوب داشته و مورد حمله آفات قرار گرفته‌اند. از طرفی مهمترین آفت چوبخوار طی سال‌های اجرای تحقیق، سوسک چوبخوار صنوبر (*Melanophyla picta* Pall.) است. این آفت یک آفت ثانویه محسوب می‌شود و بیشتر به درختانی که تحت تأثیر تنش‌های فیزیولوژیک مانند کم آبی یا سرمای شدید قرار می‌گیرند، حمله کرده و بستر لازم را برای حمله آفت به کلن‌های صنوبر فراهم می‌آورد. نتایج به دست آمده طی سال‌های اجرای این تحقیق نشان داد که پس از قرار گرفتن کلن‌های صنوبر در برابر تنش‌های آبی و سرما، کلن‌های مورد آزمایش ضعیف شده و در نهایت سوسک چوبخوار صنوبر بر روی این کلن‌ها مستقر می‌شود. اما کلن‌های مورد تحقیق حساسیت‌های مختلفی را نشان دادند، به طوری که کلن‌های *P. nigra* خسارت بیشتری را متوجه شدند و نتایج در راستای پژوهش Mokhtari (2000) با تعداد ۱۱ کلن صنوبر در خزانه‌های آزمایشی چمستان نور مازندران است که از نظر مقاومت به آفات و امراض کلن‌های *P. deltoids* بهترین و کلن‌های *P. nigra* و *P. trichocarpa* حساسترین کلن‌ها بودند.

به طور کلی با توجه به محاسبه برآورد اندازه هر صفت ( $\eta^2$ ) و Wilks' Lambda، به ترتیب مهمترین شاخص‌ها در اولویت بندی کلن‌ها درصد کیفیت تاج، قطر برابر سینه، موجودی حجمی، مقاومت به آفت، درصد کیفیت تنه و ارتفاع در نظر گرفته شده است. بنابراین کلن‌های *P.d.73.51*، *P.d.missouriensis*، *P.n.72.10*، *P.n.72.6* و *P.n.72.8* در عرصه مورد تحقیق از وضعیت رشدی خوبی برخوردار نبودند و برای کشت در سطح وسیع در استان توصیه نمی‌شوند. کلن‌های *P.e.vernirubensis*، *P.e.455*، *P.d.69.55*، *P.e.214* و *P.e.triplo* از وضعیت خوب و کلن‌های *P.d.77.51*، *P.a.44.13*، *P.e.262* و *P.a.45.77* وضعیت رشدی متوسطی برخوردار بودند. با

- Rafiei Karahrodi, Z., 2005. The final report of a research project to study on resistance poplar clones to poplar woolly aphid: *Phloeomyzus passerinii* Signoiet in Markazi province of Iran. Agricultural and Natural Resources Research Center of Markazi Province, 104 p.
- Sadeghi, S.E., Tarasi, J. and Asgari, H., 2001. Resistance and susceptibility of eleven poplar clones to poplar woolly aphid: *Phloeomyzus passerinii* Signoiet in Zanjan province of Iran. Applied Entomology and Phytopathology, 69(2): 57-67.
- Swamy, S.L., Mishra, A. and Puri, S., 2006. Comparison of growth, biomass and nutrient distribution in five promising clones of *Populus deltoides* under an agrisilviculture system. Bioresource Technology, 97(1): 57-68.
- Talebi, M., Modirrahmati, A.R., Jahanbazi, H., Mohammadi, H., Haghhighian F. and Shirmardi, H., 2011. Introducing the most adapted exotic Poplar clones in Chaharmahal-Bakhtiari, province, Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19(1): 55-72.
- Yousefi, B., and Modirrahmati, A.R. 2007. Compatibility experiment of 10 poplar clones for introducing of most suitable clones to executive unit in Kurdistan province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15(3): 253-267.
- Yousefi, M., Modirrahmati, A.R., Sharivar, A., Hemati, A. and Ghasemi, R., 2002. Study on growth and adaptability poplar clones (native and exotic) in experiment nurseries of cutting and seedling production. Journal of Pajouhesh & Sazandegi, 15(2): 78-85.
- Goodarzi, G.R., Ahmadloo, F. and Tabari, M., 2012. Investigation on growth, survival and homogeneity of different Poplar clones at selection nurseries in Markazi province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19(4): 572-585.
- Hemati, A. and Modirrahmati, A.R., 2002. Report study on adaptation and production of different poplar species in paper industries west of Kermanshah. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 8: 59-68.
- Karimi, G.H. and Rahmani, H., 2004. Final adaptability experiment of Poplar clones in Safrabasteh. Agricultural and Natural Resources Research Center of Guilan Province, 44 p.
- Mirdamadi, E., 1969. Poplar experiment nurseries. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, 140 p.
- Mokhtari, J., 2000. Collection of native poplar cultivars at selection nurseries with native and exotic poplar cultivars in Chamestan Noor. Research Institute of Forests and Rangelands, 27 p.
- Moshiri vaziri, H. and Makhdomi, A., 1992. Iran Poplars, forest life supports and industry development (from the point of view of statistical analysis). Wood Technology Center, Forests, Rangelands and Watershed Management Organization, No. 72, 337 p.
- Noori, F., Modirrahmati, A. R. and Hemmati, A., 2006. Elimination trial of 18 poplar clones (*Populus deltoides* and *Populus euramericana*) in the research stations (Mehregan and Eslamabad) in Kermanshah. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 14(3): 179-193.
- Pryor, L.D. and willing, R.R., 1983. Growing and breeding poplar in Australia. Canberra: L.D. Pryor and R.R. Willing, 56p.

## Investigation on adaptability of open crown poplar clones in Markazi province

G.R. Goodarzi<sup>1\*</sup>, A.R. Modir-Rahmati<sup>2</sup> and F. Ahmadloo<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup> - Corresponding author, Senior Expert, Agricultural and Natural Resources Research Center of Markazi Province, Arak, I.R. Iran. Email: goodarzi44@yahoo.com.

<sup>2</sup> - Associate Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I.R. Iran.

<sup>3</sup> . PhD Student, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, University of Tarbiat Modares, Noor, I.R. Iran.

Received: 31.07.2012

Accepted: 23.01.2013

### Abstract

The present trial was carried out in Yonesi Experimental Station at Khosbijan local area of Markazi Province of Iran in 1997 in order to select and introduce the most adaptable and productive poplar clones. For this reason, 14 clones of four open crown *Populus* species, including: *P. deltoides*, *P. alba*, *P. euramericana* and *P. nigra* which have been selected from a previous selection nursery trial as most promising clones, were planted under the randomized complete blocks statistical design with three replications at 4 x 4 m. spacing for eight year period. Poplar characteristics, including diameter at breast height (dbh), total height, volume per hectare, mean of diameter, height and volume increment, resistance to pests and stem-crown quality were measured annually, end of growth period. Variance analysis results demonstrated that there were significant differences between the poplar clones in respect to their characteristics, except diameter and height increment. Duncan test results indicated that *P.e.vernirubensis* achieved the highest mean dbh, total height, volume per hectare and volume increment, *P.e.vernirubensis* and *P.a.45.77* achieved the highest resistance to pests, the best stem quality belonged to *P.a.45.77* and the greatest crown quality belonged to *P.e.triplo*. The lowest variables of total height, volume per hectare, volume increment, resistance to pests and stem-crown quality were observed in *P.n.72.8*. *P.e.vernirubensis*, *P.d.69.55*, *P.e.214*, *P.e.455* and *P.e.triplo* were distinguished as the most promising clones due to their vital wood production (19.45, 18.5, 18.23, 17.13 and 16.46 m<sup>3</sup>/ha/year, respectively) whereas *P.n.72.6*, *P.n.72.10*, *P.d.missouriensis*, *P.d.73.51* and *P.n.72.8* were introduced as the lowest adaptable and productive clones.

**Key words:** Diameter at Breast height, total height, stem and crown quality, resistance to pests, Volume increment.