جنگل و فرآورده‌های چوب، مجلهٔ منابع طبیعی ایران
دورهٔ ۷۴، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۴۰۰
ص ۳۳۰-۳۲۱ (پژوهشی)
DOI: 10.22059/jfwp.2021.316011.1148

مقایسهٔ رویش قطری و ارتفاعی ارقام بومی و غیربومی جدید صنوبر در ایستگاه تحقیقات جنگل و مرتع چمستان

فرهاد اسدی[1*]، محسن کلاگری[2]

۱. دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

۲. دانشیار پژوهشی، مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۰۵، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۵

چکیده

برای توسعهٔ زراعت چوب، استفاده از کلن‌های پرمحصول جدید صنوبر ضرورت دارد. به‌منظور معرفی کلن‌های برتر در این تحقیق، دوازده کلن جدید صنوبر که در سال‌های اخیر وارد کشور شده‌اند و دو کلن موفق معرفی‌شده (به‌عنوان شاهد) به‌همراه یک کلن صنوبر بومی سفیدپلت در سه تکرار در فاصلهٔ کاشت ۴×۴ متر و به‌صورت گروهی مربعی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی کاشته شدند. صفات قطر و ارتفاع هرساله پس از پایان فصل رشد اندازه‌گیری شد. صفات کیفی تعداد انحنای تنه، تعداد شاخهٔ قطورتر از ۵ سانتی‌متر، تعداد و درصد درختان دوشاخه هر کلن، و ارتفاع محل دوشاخه شدن در پایان سال پنجم برای همهٔ کلن‌ها تعیین شد. تجزیهٔ واریانس ساده برای قطر و ارتفاع نشان داد که اختلاف معنی‌دار بین کلن‌ها وجود دارد. اما تجزیهٔ واریانس مرکب برای مقادیر رویش قطری و ارتفاعی نشان داد که از نظر رویش قطری بین کلن‌ها، همچنین بین سال‌های مختلف اختلاف معنی‌دار وجود دارد، اما برای مقادیر رویش ارتفاعی، فقط بین سال‌های مختلف تفاوت معنی‌دار حاکم است. کلن جدید *Populus deltoides* marquette و کلن شاهد *P. deltoids* 69/55 به‌ترتیب با ۱۳/۶۵ و ۱۳/۲۸ سانتی‌متر قطر و مقادیر ۱۰/۶۳ و ۱۰/۵۰ متر ارتفاع پس از پنج سال رویش به‌عنوان کلن‌های برتر معرفی می‌شوند. در مقابل کلن‌های *P. euramericana* 87m. 119 و *P. euramericana* i-sieres با ۳/۹۷ و ۴ سانتی‌متر قطر و ۴/۰۲ و ۴/۲۵ متر ارتفاع به‌عنوان ضعیف‌ترین کلن‌ها تعیین شدند. صفات کیفی نتایج کمی را نقض نکرده است.

واژه‌های کلیدی: آزمایش‌های سازگاری، درختان تندرشد، زراعت چوب، کلن‌های صنوبر.

مقدمه

جنگلکاری‌های مصنوعی حدود ۷ درصد کل پوشش جنگل‌های جهان را شامل می‌شود که بیش از ۳۳/۴ درصد از حجم چوب جهان را تولید می‌کنند [۱]. بنابراین جنگلکاری‌ها اثر بسیار مهمی در تولید چوب و کاهش فشار بر جنگل‌های طبیعی ایفا می‌کنند. یکی از مهم‌ترین گونه‌های درختی برای تولید چوب، صنوبرها هستند. کلن‌های مختلف صنوبر توان رویشی متفاوتی دارند که باید در آزمایش‌های سازگاری مقایسه شوند تا مناسب‌ترین آنها برای کاشت در سطح وسیع معرفی شوند. پس از ورود کلن‌های صنوبر غیربومی به کشور در بیش از شش دههٔ گذشته، بررسی پاسخ کلن‌های جدید و مقایسه با کلن‌های شاهد و بومی ضرورت یافت. هرچند در این

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۱۱۴۴۶۶۲۴۶۵،
Email: farhadasadi14@yahoo.com

زمینه تحقیقات متعددی در جهان صورت گرفته که به برخی از آنها اشاره می‌شود، اما خلأ مطالعهٔ کلن‌های جدید در استان مازندران وجود داشته و دارد. در یک تحقیق، عملکرد، زنده‌مانی و مقاومت به آفات و بیماری ۵۶ صنوبر دورگ بعد از سه سال رشد توسط Nelson و همکاران (۲۰۱۹) در دو رویشگاه در آمریکا مطالعه شد [۲]. متوسط ۲/۰۲ متر رویش ارتفاعی برای شش کلن برتر حاصل شد. اثر نوع کلن در مقایسه با اثر رویشگاه، کود و آبیاری بیشتر گزارش شد. هرچند اثر کود، آبیاری و اثر متقابل کود در آبیاری موجب افزایش رشد شد، اما این تیمارها سهم اندکی در واریانس ارائه دادند.

کلن‌های متعلق به گونه‌های مختلف در شرایط کرج واکنش‌های مختلفی ارائه دادند، به‌طوری که گونهٔ *Populus nigra* 62/154 بیشترین عملکرد را داشته و طی چهار سال اولیه حتی از نهال‌های دورگ نیز تولید بیشتری داشت [۳]. در کرج نیز از میان کلن‌های با فاصلهٔ کاشت ۳×۳ متر، کلن *P. nigra* var.betulifolia 17/13 با میانگین رویش حجمی ۳۰/۸۳ متر مکعب در هکتار در سال و در فاصلهٔ کاشت ۴×۴ متر *P. euramericana*. vernirubensis با میانگین تولید ۲۷/۴۱ مترمکعب در هکتار در سال بیشترین رویش را داشتند [۴]. محققان در استان‌های گیلان [۵، ۶]، مرکزی [۷]، کرمانشاه [۸] و کردستان [۹]، پس از آزمایش‌های سازگاری تعدادی از کلن‌های برتر را معرفی کردند. در یک طرح پژوهشی [۱۰] در قالب طرح آزمایش‌های سازگاری ارقام مختلف صنوبر در استان لرستان، نشان دادند که در یک دورهٔ پنج‌ساله، بیشترین (۲/۰۵ متر) و کمترین رویش ارتفاعی (۰/۱۴ متر) به‌ترتیب برای *P. nigra* 63/135 در سال چهارم و *P. nigra* 56/48 در سال دوم آزمایش اتفاق افتاد. Burkhart و همکاران (۲۰۱۷) با مطالعهٔ ۹۸ کلن جدید دورگ صنوبر در ایالات متحده، دوازده کلن برتر را معرفی کردند. نتایج چهار سال اول رویش این کلن‌ها نشان داد که کلن‌های دورگ از رشد ارتفاعی بیشتری برخوردار بودند. متوسط رویش قطری و ارتفاعی سالانه کلن‌های موفق به‌ترتیب ۲ سانتی‌متر و ۲ متر بوده است [۱۱]. در هندوستان در طی سه دههٔ گذشته، ۲۲۵ کلن جدید صنوبر معرفی شده که برخی از آنها عملکرد خوبی داشتند [۱۲].

Guang و همکاران (۲۰۰۳) با بررسی هجده کلن صنوبر با منشأهای مختلف در قالب کشت آزمایشی طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چین، کلن ۱۰۲/۷۴ را هم از نظر رشد و هم از نظر سازگاری معرفی کردند. پس از پنج سال رویش، میانگین ارتفاع آن ۱۳/۹ متر و قطر برابرسینه ۱۸ سانتی‌متر، به ترتیب ۲۲ و ۲۱۴/۶ درصد بیشتر از کلن شاهد بود [۱۳]. Nielsen و همکاران (۲۰۱۴) در دانمارک با ارزیابی پتانسیل تولید ۳۶ کلن صنوبر از چهار گونهٔ مختلف نشان دادند که کلن دورگ OP. 42 با تولید ۹ تن مادهٔ خشک زی‌توده در سال و در یک هکتار بهترین عملکرد را داشته است [۱۴]. Zhang و همکاران (۲۰۲۰) به‌منظور درک پاسخ رویشی و تولید بیوماس کلن‌های صنوبر به فواصل کاشت، در ۲۴ درخت آنالیز تنه انجام دادند. آنها نشان دادند که در سیزده‌سالگی درختان کلن NL–۸۹۵ در فاصلهٔ کاشت ۶×۶ متر نسبت به فاصلهٔ کاشت‌های کمتر با قطر ۲۶ و ارتفاع ۲۷ متر از بهترین عملکرد برخوردار بوده است [۱۵]. انتخاب بهترین فاصلهٔ کاشت به امکان تولید بیشترین مقادیر بیوماس در دورهٔ بهره‌برداری خاص منتهی می‌شود، درحالی که بیشترین مقادیر بیوماس در بیشترین تراکم کاشت (کمترین فاصلهٔ کاشت) حاصل خواهد شد [۱۶–۱۸]. اما قطر هدف می‌تواند در تعیین بهترین فاصلهٔ کاشت مدنظر قرار گیرد. همچنین قطر تاج، صفات شاخه و تنه می‌توانند از مؤلفه‌های انتخاب کلن برتر محسوب شوند. انتخاب یک کلن مناسب باید پس از آزمایش‌های سازگاری در هر منطقه و مبتنی بر اطلاعات محلی یا آزمایشی همان منطقه باشد [۱۹]. از این‌رو برای استان مازندران اجرای بررسی سازگاری کلن‌های جدید صنوبر ضرورت یافت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات جنگل و مرتع چمستان با ارتفاع ۷۰ متر بالاتر از سطح دریا، متوسط درجهٔ حرارت سالانهٔ ۱۵/۸ درجهٔ سانتی‌گراد، متوسط بارندگی ۸۴۰ میلی‌متر، حداقل مطلق ۵/۸- و حداکثر مطلق ۳۶ درجهٔ سانتی‌گراد انجام گرفت. خاک عرصه دارای ۳۳ درصد رس، ۴۷ درصد لای، ۲۱ درصد شن، pH ۶/۵۸، هدایت الکتریکی ۰/۵۷ دسی‌زیمنس بر متر، ۲/۷۸ درصد کربن آلی، ۰/۲۹ درصد ازت کل، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم قابل جذب به‌ترتیب برابر با ۲۳/۷۸، ۴۲۰، ۱۷۵/۵ و ۳۷/۵ قسمت در میلیون تعیین شد.

دوازده کلن جدید صنوبر از گروه‌های *P. euramericana* و *P. deltoides* که طی سال‌های گذشته وارد کشور شده‌اند و دو کلن موفق معرفی‌شده *P. deltoides* 69/55 و *P. deltoids* 77/51 (به‌عنوان شاهد) به‌همراه یک کلن صنوبر بومی (سفیدپلت) با منشأ چمستان آزمایش شدند (جدول ۲). ابتدا از کلن‌های مذکور قلمه تهیه شده و نهال‌های کافی و مناسب در خزانه تولید شد. سپس از هر کلن، ۴۸ اصله نهال یکساله در سه تکرار و در هر تکرار ۱۶ اصله در فاصلهٔ کاشت ۴×۴ متر و به‌صورت گروهی مربعی در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی در ایستگاه تحقیقات جنگل و مرتع چمستان کاشته شدند. عملیات داشت طی پنج سال مانند وجین، هرس، حذف پاجوش و ریشه جوش‌ها به‌طور منظم و سه مرحله آبیاری فقط در سال اول انجام گرفت. یک ماه پس از کاشت در فروردین ۱۳۹۵ ارتفاع همهٔ نهال‌ها اندازه‌گیری شد. در سال‌های بعد همه‌ساله در پایان فصل رویش اندازه‌گیری ویژگی‌های رویشی مانند قطر در ارتفاع برابرسینه با استفاده از خط‌کش دوباز و ارتفاع با بلوم لیس انجام گرفت. در پایان فصل دوم رویش به‌منظور آرایش تنه و حذف شاخه‌های جانبی مزاحم عملیات هرس نیمه‌سنگین در قسمت پایین تنه انجام گرفت. همچنین رویش جاری و متوسط قطر و ارتفاع نیز محاسبه شد. خصوصیات کیفی درختان شامل تعداد انحنای تنه، تعداد شاخه قطورتر از ۵ سانتی‌متر، ارتفاع تنه در محل دوشاخه شدن، درصد ارتفاع تنهٔ منفرد نسبت به ارتفاع کل و میزان ابتلا به آفات و بیماری نیز در سال پنجم تعیین شد. تجزیه‌وتحلیل داده‌های کمی رشد براساس تجزیهٔ واریانس طرح بلوک‌های کامل تصادفی و مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون چنددامنه‌ای دانکن با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS انجام گرفت. به‌دلیل اینکه تا این مرحله از تحقیق، درختان هنوز به مرحلهٔ رویش اصلی خود در پنج سال دوم نرسیدند، برای اجتناب از حصول داده‌های غیرقابل اطمینان، از محاسبهٔ مقادیر حجم چشم‌پوشی شد. اما به‌منظور تعیین اثر زمان (سال‌ها) در کلن‌های مختلف و مشخص کردن تفاوت مقادیر رویش سالانهٔ قطری و ارتفاعی آنها و نیز بررسی اثر متقابل کلن در زمان، تجزیهٔ واریانس مرکب رویش قطری و ارتفاعی برای سال‌های مختلف انجام گرفت که نتایج آن در جدول ۳ آمده است. تجزیهٔ مرکب در زمان (Combined ANOVA in Time) به‌صورت اسپلیت پلات در زمان با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) انجام گرفت

نتایج و بحث

تجزیهٔ واریانس ساده قطر و ارتفاع درختان در جدول ۱ آمده است. مطابق جدول مزبور اختلاف معنی‌داری بین کلن‌ها از نظر قطر و ارتفاع وجود دارد.

در جدول ۲ گروه‌بندی میانگین قطر و ارتفاع کلن‌های مختلف براساس آزمون دانکن نشان می‌دهد که از نظر قطر کلن‌های *P. deltoids* marueti و *P. deltoids* 69/55 به‌ترتیب با ۱۳/۶۵ و ۱۳/۲۸ سانتی‌متر در گروه A، دو کلن *P. euramericana* 87m. 119 و *P. euramericana* i-sieres به‌ترتیب با ۳/۹۷ و ۴ سانتی‌متر در ردهٔ آخر و گروه E قرار گرفتند. مقادیر ارتفاع درختان برتر در این تحقیق با یافته‌های Guang و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت

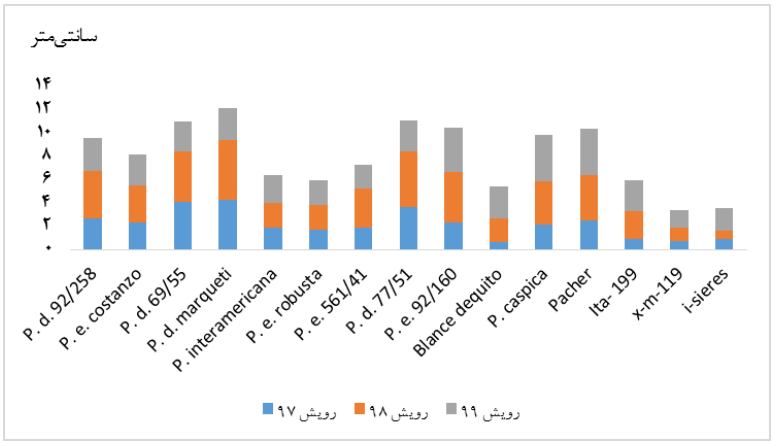
دارد. در تحقیقات مشابه در استان گیلان، کلن *P. deltoids* 92/258 در رتبهٔ اول، کلن *P. deltoids* marueti، در رتبهٔ دوم و *P. deltoids* 69/55 در رتبهٔ سوم قطر و ارتفاع قرار گرفتند [۶]. در تحقیقات دیگری کلن *P. x. interamericana* و *P. deltoids* marqueti به‌ترتیب با قطر برابرسینه ۱۲/۸ و ۱۲/۲۵ سانتی‌متر در مقام اول و کلن‌های *P. deltoids* marqueti و *P. deltoids* 92/258 به‌ترتیب با ارتفاع ۱۲/۵۸ و ۱۲/۲۲ متر در گروه اول قرار گرفتند [۵]. کلن‌های *P. euramericana* i-sieres، *P. euramericana* 87m. 119، *P. euramericana* ITA.199، *P. euramericana* blance depoitou، *P. euramericana* robusta، و *P. x interamericana* به‌دلیل ضعف عملکرد قطر و ارتفاع تا این مرحله و در پنج‌سالگی جزء ضعیف‌ترین کلن‌ها معرفی می‌شوند.

جدول ۱. تجزیهٔ واریانس ساده قطر و ارتفاع کلن‌های مختلف

	منبع تغییرات	درجهٔ آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	سطح احتمال
قطر	تکرار	۲	۴۰/۹۵۶	۲۰/۴۷۸	۵/۷۹۴	۰/۰۰۹
	کلن‌ها	۱۴	۴۴۰/۴۳۷	۳۱/۴۷۸	۸/۹۰۱	۰/۰۰۰۰
	خطا	۲۸	۹۸/۹۶۰	۳/۵۳۴		
	کل	۴۵	۵۸۰/۳۵۳			
ارتفاع	تکرار	۲	۲۲/۸۱۵	۱۱/۴۰۷	۴/۸۵۰	۰/۰۱۶
	کلن‌ها	۱۴	۱۹۰/۶۴۵	۱۳/۶۱۸	۵/۷۹۰	۰/۰۰۰۰
	خطا	۲۸	۶۵/۸۵۳	۲/۳۵۲		
	کل	۴۵	۲۷۹/۹۷۳			

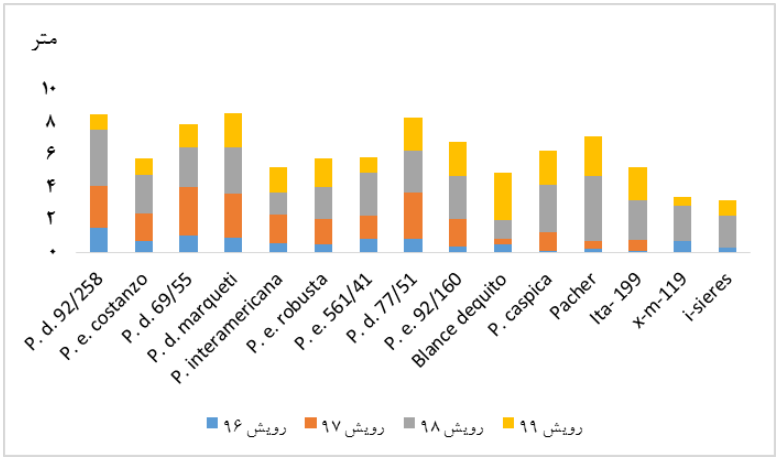
جدول ۲. گروه‌بندی میانگین قطر و ارتفاع کلن‌های مختلف براساس آزمون دانکن

ردیف	کلن	میانگین قطر (سانتی‌متر)	گروه‌بندی قطر	میانگین ارتفاع (متر)	گروه‌بندی ارتفاع
۱	*P. deltoids* 92/258	۱۱/۲۷	ABC	۹/۹۴	AB
۲	*P. euramericana* costanzo	۹/۳۰	BCD	۷/۷۱	ABCD
۳	*P. deltoids 69/55*	۱۳/۲۸	A	۱۰/۵۰	A
۴	*P. deltoids* marquette	۱۳/۶۵	A	۱۰/۶۳	A
۵	*P. x interamericana*	۷/۱۶	DE	۶/۹۸	CDE
۶	*P. euramericana* robusta	۶/۴۴	DE	۷/۲۶	BCD
۷	*P. euramericana* 561/41	۸/۳۱	CD	۷/۷۹	ABCD
۸	*P. deltoids* 77/51	۱۲/۶۰	AB	۱۰/۴۲	A
۹	*P. euramericana* 92/160	۱۱/۱۳	ABC	۸/۲۹	ABCD
۱۰	*P. euramericana* blance depoitou	۵/۸۳	DE	۵/۹۵	DEF
۱۱	*P. caspica*	۱۱/۲۵	ABC	۹/۵۴	ABC
۱۲	*P.x canadensis* pacher	۱۱/۰۱	ABC	۹/۲۱	ABC
۱۳	*P. euramericana ITA.199*	۶/۸۹	DE	۶/۹۶	CDE
۱۴	*P. euramericana 87m. 119*	۳/۹۷	E	۴/۰۲	F
۱۵	*P. euramericana i-sieres*	۴/۰۰	E	۴/۲۵	EF



شکل ۱. مقادیر رویش قطری کلن‌ها در هر سال

در شکل ۱ میانگین رویش قطری کلن‌ها در سال‌های مختلف نشان داده شده است. مقادیر رویش از کم کردن مقدار قطر هر سال از قطر سال گذشته به‌دست آمد. به این ترتیب به‌جای چهار سال قطر، سه سال رویش قطری محاسبه شد. مطابق شکل ۱ گونهٔ موفق *P. deltoids* marquette، از همان سال اول بیشترین رویش قطری (معادل ۴/۲ سانتی‌متر) را ثبت کرد. این گونه در رویش سال ۱۳۹۸ نیز با ۵ سانتی‌متر رویش قطری، رکورد رویش قطری را ثبت کرد. درحالی است که گونهٔ بومی سفیدپلت (*P. caspica*) در سال سوم رویش برای افزایش قطر وضعیتی بهتر از گونه‌های دیگر نشان داد. بنابراین روند رویش ارتفاعی کلن‌های مختلف در سال‌های مختلف فرق می‌کند. با توجه به شتاب رشد قطری سفیدپلت در دو سال اخیر، می‌توان انتظار داشت که در سال‌های بعد وضعیت رویشی این گونهٔ ارزشمند بومی با دیگر ارقام تندرشد صنوبر رقابت داشته باشد.



شکل ۲. مقادیر رویش ارتفاعی کلن‌ها در هر سال

در شکل ۲ میانگین رویش ارتفاعی کلن‌ها در سال‌های مختلف نشان داده شده است. براساس شکل ۲، گونه‌های *P. caspica* و *P.x canadensis* pacher در سال سوم بیشترین رویش ارتفاعی را نشان دادند که همانند رویش قطری، حاصل تفریق ارتفاع هر سال از سال قبل است. به این ترتیب به‌جای پنج سال ارتفاع تعداد چهار سال رویش ارتفاعی به‌دست آمد. مطابق شکل ۲ برخی کلن‌ها مانند *P. deltoids* 92/258، *P. deltoids* 69/55، *P. deltoids*

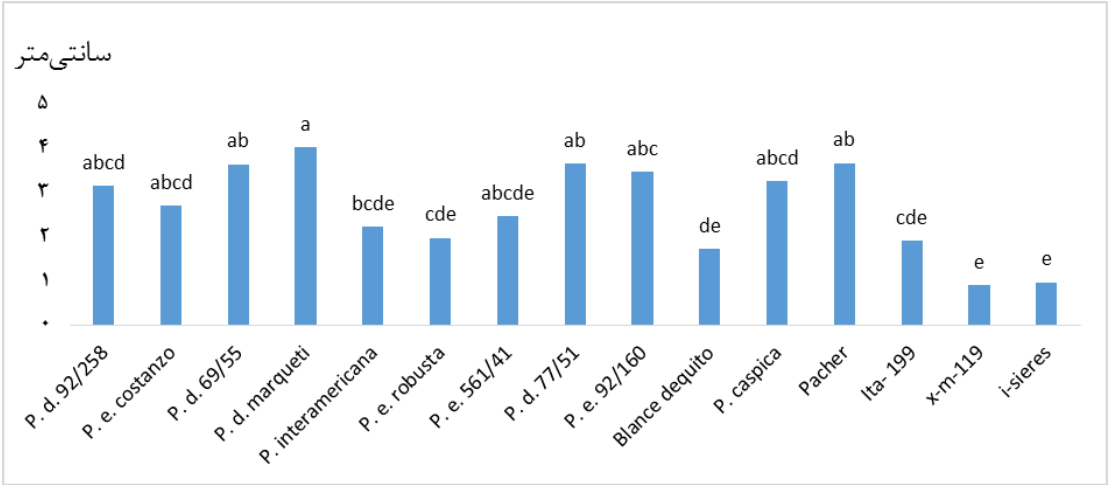
marquette، و *P. deltoids* 77/51 در سال دوم بیشترین رویش ارتفاعی و کلن‌هایی مانند Blancedequito و Pacher کمترین رشد ارتفاعی را نشان دادند. براساس جدول ۳ از نظر رویش قطری بین سال‌های مختلف و البته بین گونه‌های مختلف اختلاف معنی‌دار وجود دارد. در مورد رویش ارتفاعی اثر سال معنی‌دار بود، ولی اثر کلن معنی‌دار نبود.

در جدول ۳ تجزیهٔ واریانس مرکب رویش ارتفاعی در سال‌های مختلف نشان داده شده است که براساس آن، از نظر رویش ارتفاعی بین سال‌های مختلف اختلاف معنی‌دار وجود دارد، اما بین کلن‌های مختلف و اثر متقابل کلن در سال، تفاوت معنی‌دار دیده نمی‌شود. از این‌رو در جدول ۴ فقط گروه‌بندی میانگین رویش ارتفاعی سال‌های مختلف نشان داده شده است. ازآنجا که بین کلن‌ها از نظر رویش قطری اختلاف معنی‌دار وجود دارد، گروه‌بندی آنها براساس آزمون دانکن به شرح شکل ۳ انجام گرفت. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، کلن جدید *P. deltoids* marquette با متوسط بیش از ۴ سانتی‌متر رویش سالانهٔ قطری به‌تنهایی در گروه a و رتبهٔ اول قرار گرفت. درحالی است که از نظر قطر نهایی، این گونه به‌همراه کلن معروف *P. deltoids* 69/55 به‌طور مشترک در گروه a قرار گرفته بود (جدول ۲). دلیل این موضوع آن است که قطر نهال کلن اخیر در مرحلهٔ کاشت بیشتر از *P. deltoids* marquette بود. در تحقیق کرمانشاه [۸] نشان داده شد که اثر سال هم برای رویش ارتفاعی و هم برای رویش قطری معنی‌دار بوده است. آنها متوسط رویش ارتفاعی کلن *P. nigra* 62/154 را ۱/۳ متر و رویش قطری آن را ۱/۷ سانتی‌متر گزارش کرده بودند. در جدول ۵ برخی از ویژگی‌های کیفی مانند تعداد انحنای تنه، تعداد شاخهٔ قطورتر از ۵ سانتی‌متر، تعداد و درصد درختان دوشاخهٔ هر کلن و ارتفاع محل دوشاخه شدن برای همهٔ کلن‌ها آمده است. براساس نتایج، گونهٔ سفیدپلت، با چهار انحنا بیشترین تعداد را داشت و کلن‌های *P. euramericana* costanzo، *P. euramericana* 561/41، *P. euramericana* 92/160، و *P. euramericana* I-214 دو انحنا داشتند. کلن‌های دیگر یک داشتند یا بدون انحنا بودند. دیگر صفات کیفی در جدول مشاهده می‌شود.

جدول ۳. درجهٔ آزادی، آمارهٔ F، میانگین مربعات و سطح معنی‌داری منابع تغییرات در تجزیهٔ واریانس رویش قطری

صفت	منبع تغییرات	درجهٔ آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آمارهٔ F	سطح معنی‌داری
رویش قطری	بلوک (R)	۲	۱۴/۳۷	۷/۱۸	۳/۲۶	۰/۰۴۶ *
	کلن	۱۴	۱۲۸/۱۵۴	۹/۱۵۴	۴/۱۵۲	۰/۰۰۰**
	خطا (Ea)	۲۸	۳۰/۰۸	۱/۰۷	۰/۴۸۷	۰/۹۸۰ns
	سال	۲	۲۹/۶۸۳	۱۴/۸۴۱	۶/۷۳۲	۰/۰۰۲**
	کلن در سال	۲۸	۴۵/۱۰۵	۱/۶۱۱	۰/۷۳۱	۰/۸۱۵ns
	سال x بلوک	۴	۲۴/۸۱	۶/۲۰	۲/۸۱	۰/۰۳۴ *
	خطا، (Eb)	۵۶	۱۲۳/۴۶	۲/۲۰		
	کل (General)	۱۳۴	۳۹۵/۶۶			
رویش ارتفاعی	بلوک (R)	۲	۷/۶۶	۳/۸۳	۲/۸۹	۰/۰۶۲ ns
	کلن	۱۴	۲۱/۰۳	۱/۵۰	۱/۱۳۴	۰/۳۴۶ ns
	خطا (Ea)	۲۸	۴۵/۴۷	۱/۶۲	۱/۲۲۶	۰/۲۴۵ ns
	سال	۳	۵۸/۱۷	۱۹/۳۹	۱۴/۶۴	۰/۰۰۰**
	کلن x سال	۴۱	۲۸/۳۶۴	۰/۶۹۲	۰/۵۲۲	۰/۹۸۶ ns
	سال x بلوک	۶	۱۹/۶۵	۳/۲۸	۲/۴۷	۰/۰۳۲*
	خطا (Eb)	۶۷	۸۸/۷۵	۱/۳۳		
	کل	۱۶۱	۲۷۸/۷۳			

** (وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد) * (وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد) و ns (فاقد اختلاف معنی‌دار)



شکل ۳. گروه‌بندی مقادیر میانگین رویش سالانهٔ قطری کلن‌ها به روش دانکن

جدول ۴. گروه‌بندی سال‌های مختلف از نظر مقادیر میانگین رویش قطری و ارتفاعی سالانه

ردیف	سال	میانگین رویش قطری به سانتی‌متر	گروه‌بندی براساس رویش قطری	میانگین رویش ارتفاعی به متر	گروه‌بندی براساس رویش ارتفاعی
۱	اول	---		۰/۶۷	C
۲	دوم	۲/۰۶	B	۱/۸۱	B
۳	سوم	۳/۲۰	A	۲/۶۳	A
۴	چهارم	۲/۶۸	AB	۱/۶۹	B

جدول ۵. وضعیت کیفی کلن‌های مختلف

ردیف	کلن	تعداد انحنای تنه	تعداد شاخهٔ قطورتر از ۵ سانتی‌متر	درصد درخت دوشاخه	ارتفاع تنه در محل دوشاخه شدن	میانگین ارتفاع کامل درختان	درصد ارتفاع تنهٔ منفرد به ارتفاع کل
-۱	*P. deltoids* 92/258	۱	۳	۲۵	۷/۳۵	۱۰	۷۳
-۲	*P. euramericana* costanzo	۲	۴	۱۸/۷	۵/۲۵	۷/۸	۶۷
-۳	*P. deltoids 69/55*	۰	۳	۱۲/۵	۸	۱۰/۵	۷۶
-۴	*P. deltoids* marquette	۱	۴	۶/۲۵	۷/۲	۱۰/۷	۶۷
-۵	*P. x interamericana*	۰	۲	۶/۲۵	۵	۷	۷۱
-۶	*P. euramericana* robusta	۱	۰	۰	۰	۷/۲	۱۰۰
-۷	*P. euramericana* 561/41	۲	۲	۱۲/۵	۵/۶۵	۷/۹	۷۳
-۸	*P. deltoids* 77/51	۰	۰	۶/۲۵	۸/۹	۱۰/۵	۸۲
-۹	*P. euramericana* 92/160	۲	۴	۱۲/۵	۶	۸/۳	۷۳
-۱۰	*P. euramericana blance depoitou*	۰	۰	۰	۰	۶	۱۰۰
-۱۱	*P. caspica*	۴	۵	۳۱/۲۵	۶/۳۸	۹/۵	۶۷
-۱۲	*P.x canadensis* pacher	۱	۴	۱۲/۵	۶	۹	۶۷
-۱۳	*P. euramericana ITA.199*	۲	۲	۱۲/۵	۴	۷	۵۷
-۱۴	*P. euramericana 87m. 119*	۱	۰	۰	۰	۴	۱۰۰
-۱۵	*P. euramericana i-sieres*	۱	۰	۰	۰	۴/۲	۱۰۰

نتیجه‌گیری

کلن جدید *P. deltoides* marquette علی‌رغم برخورداری از نهال‌های کوتاه در سال اول، در سال‌های بعد از وضعیت قطری بهتری برخوردار بوده و در رتبهٔ نخست قرار گرفته است، به‌طوری که از کلن مشهور *P. detoides* 69/55 نیز عملکرد بهتری داشت. این موضوع نشان می‌دهد که برخلاف اعتقاد بسیاری از تولیدکنندگان و خریداران نهال صنوبر، ابعاد بزرگ نهال نمی‌تواند تضمین‌کنندهٔ رشد آتی آن باشد. چه‌بسا به‌دلیل کم بودن نسبت حجم ریشه به تنهٔ بلند نهال‌های بزرگ، تغذیهٔ این نهال‌ها در سنین اولیه با مشکل مواجه شود. وضعیت رویش قطری سفیدپلت به‌عنوان گونهٔ انحصاری و ارزشمند صنوبر کشور، نشان می‌دهد که علی‌رغم رشد کند در سال‌های اول و دوم، در سال چهارم رویش در ردهٔ کلن‌های پرتولید قرار گرفت. اجرای سه مرحله آبیاری نهال‌ها در سال اول، علی‌رغم استمرار نداشتن آبیاری درختان در تحقیق حاضر، و دستیابی به مقادیر رویش قطری ۲ تا ۴ سانتی‌متر در سال و ۲ تا ۳ متر ارتفاع در سال برای کلن‌های موفق نشان می‌دهد که علاوه‌بر ثبت رکورد مناسب برای رویش قطری و ارتفاعی صنوبرها بدون آبیاری در کشور، در صورت تأمین منابع آب کافی و اجرای آبیاری بیشتر، می‌توان به مقادیر تولید چوب بیشتری دست یافت. همچنین آبیاری اولیه موجب حصول حداکثر زنده‌مانی نهال‌ها شده است. به‌طوری که نیازی به تجزیهٔ واریانس این صفت در تحقیق حاضر وجود نداشت. یکی دیگر از دلایل موفقیت تحقیق حاضر، محصور بودن عرصه و ممانعت از خسارت نهال‌ها توسط حیوانات اهلی و وحشی بوده است. یک مرحله هرس نیمه‌سنگین در پایان فصل دوم رشد، دستیابی به بیشترین مقادیر رویش برای اغلب کلن‌ها در سال سوم رویش را تسهیل کرده است.

References

[1]. Jürgensen, C., Kollert, W., and Lebedys, A. (2014). Assessment of industrial roundwood production from planted forests. Planted Forests and Trees Working Papers (FAO) Eng no. FP/48/E. Rome, Italy.

[2]. Nelson, N. D., Meilan, R., Berguson, W. E., McMahon, B. G., Cai, M., and Buchman, D. (2019). Growth performance of hybrid poplar clones on two agricultural sites with and without early irrigation and fertilization. Silvae Genetica, 68(1), 58-66.

[3]. Ghasemi, R., Modir Rahmati, A.R., Bagheri, R., Calagari, M., and Asadi, F. (2014). Study of phenology, morphology and growth characteristics of poplar species, cultivars and clones in the Karaj Poplar Collection. Final report of Research Project, Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, 93p.

[4]. Ghasemi, R., and Modirrahmati. (2003). Adaptability examination and investigation of production amount of different poplar clones (Crown Closed Clones) in Karaj districht. Iranian Journal of Forest and Poplar Research. 11(3), 359-390.

[5]. Lashkarblouki, E., Kahneh, E., Mosavi Kopar, A., and Amanzadeh, B. (2016). Adaptability of new open crown poplar clones in Lasht-e Nasha area, Guilan province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 24(4): 646-655.

[6]. Salehi, M., Ghods Khah, M., Amanzadeh, B., and Mousavi Koupar, S. A. (2020). Yield comparison of different poplar species and clones in Guilan province. Forest and Wood Products, 73 (2): 201-211.

[7]. Goodarzi, G.R., and Modir Rahmati, A.R. (2002). An investigation on one-year old seedlings of different crown poplar clones in Markazi province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 21(2): 256-267.

[8]. Nouri, F., Modirrahmati, A. R., and Hemati, A. (2006). Elimination trial of 10 Poplar clones (Populus nigra) in Kermanshah province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 14(4): 278-291.

[9]. 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.

[10]. Jahanpour, F., Derikvandi, A., Ramak, P., Ghasemi, R., Calagari, M., and Karimian, R. (2019). Investigation on adaptation and growth characteristics of different closed-crown poplar clones under climatical conditions of Khorram Abad. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 26(4): 471-482.

[11]. Burkhart, H. E., Brunner, A. M., Stanton, B. J. Shuren, R. A., Amaties, R. L., and Creighton, J, L. (2017). An assessment of potential of hybrid poplar for planting in the Virginia Piedmont. New Forests, 48: 479–490.

[12]. Ghauhan, S.K., Ghauhan, R., and Saralch, H.S. (2008) Diversity of poplar (Populus deltoides) clones in India. In: S.S. Kundu,O.P. Chaturvedi, J.C. Dagar and S.K. Sirohi (eds.) Environment, Agroforestry and Livestock Management. International Book Distributors Ltd., Lucknow. pp. 175-188.

[13]. Guang, H. Q., Yeu, Z, J., Yu, L, Q., and Nottola, B. (2003). Field test of new poplar clone in Shangdong province. Journal of Forestry Research, 14(3): 225-229.

[14]. Nielson, U, B., Madsen, P., Kehlet, J., Nord-Larsern, T., and Nielsen, A. T. (2014). Production potential of 36 poplar clones grown at medium length rotation in Denmark. Biomass and Bioenergy, 64: 99-109.

[15]. Zhang, Y., Tian, Y., Ding, S., Lv, Y., Samjhana, W., and Fang, S. (2020). Growth, carbon storage, and optimal rotation in poplar plantations: a case study on clone and planting spacing effects. Forests 2020, 11, 842.

[16]. Fang, S.Z., Xu, X.Z., Lu, S.X., and Tang, L.Z. (1999). Growth dynamics and biomass production in short-rotation poplar plantations: 6-year results for three clones at four spacing. Biomass and Bioenergy, 17: 415–425.

[17]. Khan, G. S., and Chaudhry, A. K. (2007). Effect of spacing and plant density on the growth of poplar (Populus deltoides) trees under agro-forestry system. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 44(2), 321-327.

[18]. Yan, Y., Fang, S., Tian, Y., Deng, S., Tang, L., and Chuong, D. N. (2015). Influence of tree spacing on soil nitrogen mineralization and availability in hybrid poplar plantations. Forests, (6): 636–649.

[19]. Asadi, F. (2019). Fundamentals of Poplar wood farming. Research Institute of Forests and Rangelands Press, Tehran.

Comparison of diameter and height growth of native and new non-native poplar clones in Chamestan Forest and Rangeland Research Station

F. Asadi*; Assoc. Prof, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Mazandaran, (AREEO), Sari, I.R. Iran.

M. Calagari; Assoc. Prof, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I.R. Iran.

(Received: 25 December 2020, Accepted: 15 March 2021)

ABSTRACT

The difficulties in the measurement of rainfall interception in forests confirm the necessity of presenting models. The widely used models for estimating rainfall interception are physical-based models, among which the Sparse Gash is the most commonly used. We evaluated the Sparse Gash model for estimating the rainfall interception of five forest stands (two chestnut-leaved oak stands, two oriental beech stands, and one velvet maple stand) in the Hyrcanian region. In each stand, the gross rainfall and throughfall were measured using 5 and 20 rainfall collectors, respectively, and rainfall interception was calculated by subtracting the throughfall from gross rainfall. To evaluate the performance of the model, we used statistical metrics: Error percentage (*Error*), Mean Absolute Error (*MAE*), Root Mean Square Error (*RMSE*), and the Model Efficiency coefficient (*CE*). Based on the Pearson correlation coefficient, the correlation between the values estimated by the model and the observed values was statistically significant at a 95% confidence interval. In all forests, the values of the *CE* were higher than 0.5, indicating the appropriate efficiency of the model. Based on the *Error*, the model showed good capability in estimating the rainfall interception of four forest stands (*i.e.*, oriental beech in Lajim, chestnut-leaved oak in Kohmiyan and Sari, and velvet maple in Sari *Error* metric were found to be -10.3%, +12.7%, +10.8%, and +15.4%, respectively). Studying the performance of physically-based models in forests with different species and different allometric, climatic, and rainfall characteristics completes the information gap about the efficiency of models to estimate rainfall interception.

Keywords: Adaptability experiments, fast growing trees, Poplar clones, wood farming.

* Corresponding Author; Email: farhadasadi14@yahoo.com, Tel: +9811 44662465