فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۶ شماره ۳، صفحه ۳۸۱-۳۶۸، (۱۳۹۷)
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijfpr.2018.117740

مقایسه کمی و کیفی چهار توده صنوبر دلتوئیدس (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh) در استان‌های گیلان و مازندران

جمشید مختاری [۱*]، علی سلطانی [۲]، مسعود طبری کوچکسرایی [۳] و سیداحسان ساداتی [۴]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
پست الکترونیک: mokhtari_snbr86@yahoo.com
۲- دانشیار، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۳- استاد، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران
۴- استادیار، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۲۴

چکیده

به‌منظور مقایسه کمی و کیفی صنوبر دلتوئیدس (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh) که مهم‌ترین گونه مورد استفاده زراعت چوب در شمال کشور است، چهار توده صنوبرکاری از کلن *P. d.* 69/55 در اراضی جلگه‌ای استان‌های گیلان و مازندران انتخاب شد. در هر عرصه به‌روش تصادفی- منظم، قطعه‌نمونه‌های مربعی به مساحت ۴۰۰ متر مربع برداشت شد. سپس مشخصه‌های کمی و کیفی درختان اندازه‌گیری و ویژگی‌های خاک مطالعه شد. همچنین، میانگین رویش سالانه حجم درخت با بیشترین ضریب تغییرات به‌عنوان شاخص مقایسه برای تعیین عوامل اصلی تأثیرگذار بر رشد و تولید در چهار توده درنظر گرفته شد. میانگین قطر درخت در شیرکلا و چمستان استان مازندران (به‌ترتیب ۴۲/۹ و ۳۹/۱ سانتی‌متر) نسبت به دو منطقه داوودمزار و هفت‌دغنان استان گیلان (به‌ترتیب ۲۷/۹ و ۲۸/۷ سانتی‌متر) دارای اختلاف معنی‌دار بود. رویش حجمی در چمستان و شیرکلا (به‌ترتیب ۳۴/۴ و ۲۲/۵ متر مکعب در هکتار) نسبت به رویش حجمی توده‌های صنوبر داوودمزار و هفت‌دغنان (به‌ترتیب ۱۷/۱۷ و ۱۷/۰۳ متر مکعب در هکتار) با اختلاف معنی‌داری بیشتر بود. رویش حجمی سالانه هر درخت بین دو منطقه، تفاوت معنی‌داری داشت، به‌طوری‌که این متغیر در مناطق شیرکلا و چمستان (به‌ترتیب ۰/۰۸۹ و ۰/۰۷۴ متر مکعب) بیشتر از هفت‌دغنان و داوودمزار (به‌ترتیب ۰/۰۳۶ و ۰/۰۳۱ متر مکعب) بود. از این پژوهش نتیجه‌گیری شد که در مناطق اقلیمی خیلی مرطوب و مرطوب استان‌های گیلان و مازندران که شرایط برای رویش صنوبر مناسب است، در خاک‌های دارای بافت سبک و متوسط که مقدار سیلت بیشتر از ۴۷ درصد و اسیدیته اندکی بیشتر از خنثی است، صنوبر دلتوئیدس رویش بیشتری داشت. پیشنهاد می‌شود که پژوهش‌های مشابه در خصوص رقم‌های مختلف صنوبر در شرایط اقلیمی و خاکی متفاوت این مناطق انجام شود.

واژه‌های کلیدی: بافت خاک، رویش حجمی سالانه، زراعت چوب، صنوبر.

مقدمه

صنوبر دلتوئیدس (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh) یکی از گونه‌های مهم و پرمحصول جنس صنوبر است که مربوط به بخش ایگروس است و در شرق، جنوب

Archive of SID
www.SID.ir

(به‌ویژه در حوضه آبخیز رود می‌سی‌سی‌پی)، قسمت‌های مرکزی غرب ایالات متحده و نیز جنوب کانادا تا پای دامنه کوه‌های راکی انتشار دارد (Cooper & Van Haverebeke, 1990). این درخت به‌علت ویژگی‌هایی مانند تجدید حیات آسان، سازگاری با شرایط مختلف پایگاه، امکان کشت همراه با گونه‌های دیگر، قابلیت هرس طبیعی، سرعت رشد و سهولت ازدیاد به‌روش غیرجنسی به قاره‌های دیگر انتقال داده شده است (Forotannejhad, 1967). ارقام و واریته‌های این گونه در سراسر جهان به‌طور گسترده‌ای برای تولید انواع چوب‌آلات صنعتی (Isebrands & Richardson, 2014)، جنگل‌کاری‌های تلفیقی (Puri *et al.*, 1994; Das & Chaturvedi, 2005) و یا هدف‌های ویژه (Isebrands & Karnosky, 2001) کشت می‌شوند. صنوبر دلتوئیدس در مبدأ اصلی خود که دارای بارندگی سالانه ۷۰۰ تا ۱۲۸۰ میلی‌متر، اقلیم نیمه‌گرمسیری مرطوب و فاقد زمستان‌های سخت است، رشد مطلوبی دارد، در حالی‌که در پایگاه دیگر به‌علت زمستان‌های سخت از رویش ضعیف‌تری برخوردار است (Forotannejhad, 1967).

پژوهش‌ها در مناطق مختلف استان‌های مازندران و گیلان نشان داد که صنوبر دلتوئیدس به‌عنوان مهم‌ترین گونه در زراعت چوب از نظر رشد و تولید چوب در واحد سطح نسبت به گونه‌های دیگر از وضعیت بهتری برخوردار بود (Lotfian, 1984). در شرکت شفارود، نخستین بار در سال ۱۳۵۳، صنوبر به‌صورت مخلوط در سه منطقه از جنگل‌کاری‌های این شرکت شامل شاندرمن، مهویزان و رضوانشهر کاشته شد. سپس از سال ۱۳۶۰ با مشخص شدن نتایج سازگاری و مقایسه رشد ۱۵ کلن صنوبر در اراضی جلگه‌ای شرکت مذکور، عملاً تمرکز کاشت به این گونه که از رویش حجمی زیادی برخوردار است، معطوف شد (Ghorani, 1996). نتایج پژوهش Lashkarbolouki و همکاران (۲۰۱۰) در مورد هفت کلن صنوبر دلتوئیدس در شرایط اقلیمی آستانه اشرفیه گیلان نشان داد که *P.d.* 72/51 در سن ۲۲ سالگی، ۲۵/۶۲ متر رویش ارتفاعی و ۳۲/۷ متر مکعب تولید سالانه چوب در هکتار داشت. در منطقه گیسوم (غرب گیلان)، رویش ارتفاعی *P.d.* 79/51 با بافت خاک لیمونی شنی و *P.d.* 69/55 با بافت خاک لومی به‌ترتیب ۲۴/۲ و ۲۳/۵ متر مکعب در سال و در هکتار گزارش شد (Khanjani Shiraz *et al.*, 2014). در چمستان (مازندران) نیز *P.d.* 69/55 در دوره بهره‌برداری چهارساله با تولید سالانه ۱۹ تن ماده خشک چوبی در هکتار، حداکثر تولید را داشت (Mokhtari & Modir-Rahmati, 2006). بر اساس نتایج پژوهش Kia-daliry و همکاران (۲۰۰۸) در طرح کلکسیون حفاظتی (پایه مادر) در مازندران (چمستان)، بیشترین قطر مربوط به کلن‌های *P.d.* 69/55 و *P.d.* 72/51 با ۲۷/۸ و ۲۵/۸ سانتی‌متر (در طی ۱۲ سال) و بیشترین ارتفاع مربوط به کلن‌های *P.d.* 73/51 و *P.d.* 69/55 به‌ترتیب با ۲۱/۳۴ و ۲۰/۳ متر (در طی ۱۲ سال) بود. همچنین، Mohammadi Limaei و همکاران (۲۰۱۳) به تنوع تولید در جنگل‌کاری‌های این گونه اشاره کردند که آن‌را ناشی از تفاوت در بارندگی و شرایط اقلیمی و خاکی در مناطق ساحلی دریای خزر دانستند. Azarnoush و همکاران (۲۰۱۱) ضمن بررسی مشخصه‌های کمی و کیفی گونه صنوبر دلتوئیدس در دو رویشگاه گل‌افشان و دلاک‌خیل در مازندران به رابطه بین کیفیت رویشگاه و متوسط قطر و ارتفاع درختان اشاره کرده و گزارش کردند که رویش و تولید این صنوبر در عرصه‌های مختلف یکسان نیست. پیشتر نیز Habibi Kaseb (۱۹۹۲) تأکید کرد که برای یک صنوبرکاری با بازده زیاد باید از خاک‌های آبرفتی بدون هیدرومورفی استفاده کرد که یک قشر ضخیم به ضخامت حداقل یک متر با بافت سیلتی یا سیلتی- رسی داشته باشد و بتواند در اثر صعود مویینگی، آب مورد نیاز را در فصل خشک در اختیار گیاه قرار دهد. در جنگل‌های ماسال گیلان نیز مشخص شد که ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی خاک بر رویش و تولید صنوبرهای دلتوئیدس مؤثر بود (Seddighi *et al.*, 2012). در همین رابطه، Dickman و Stuart (۱۹۸۳) عنوان کردند که رشد مطلوب صنوبرها در مناطق مرتفع و جلگه‌ای و در خاک‌های با زهکشی

Archive of SID

www.SID.ir

مناسب، ظرفیت نگهداری (رطوبت) خوب و اسیدیته ۵/۵ تا ۷/۵ اتفاق می‌افتد. اگرچه Schreiner (۱۹۵۹) بهترین رشد صنوبرها را بر روی خاک‌های عمیق با بافت متوسط بیان کرد.

همان‌طور که اشاره شد، تفاوت‌های رویشی صنوبر دلتوئیدس به‌واسطه تغییر رویشگاهی در شمال ایران قابل مشاهده است. توده‌های این گونه در مناطق مختلف در سنین بهره‌برداری، مشخصه‌های کمی و کیفی متفاوتی دارند. هدف پژوهش پیش‌رو این بود که ابتدا تفاوت‌های رویشی درختان صنوبر دلتوئیدس کشت‌شده در چهار توده در شمال ایران را بررسی کند. سپس با تعیین متغیر شاخص، تأثیر مهم‌ترین عوامل رویشگاهی مانند ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی خاک را بر آن بررسی شد. درنهایت، نتایج این پژوهش می‌تواند در انتخاب رویشگاه‌های مناسب در اراضی جلگه‌ای شمال ایران به‌منظور افزایش تولید در واحد سطح صنوبرکاری‌ها مؤثر باشد.

مواد و روش‌ها

مناطق مورد مطالعه

توده‌های صنوبرکاری مورد مطالعه در این پژوهش عبارت بودند از: ۱) صنوبرکاری داوودمزار در اراضی جلگه‌ای متعلق به پارسل یک سری شش از جنگل‌های شرکت سهامی جنگل شفارود در غرب گیلان که در سال ۱۳۶۶ جنگل‌کاری شد. ۲) عرصه هفت‌دغنان در اراضی جلگه‌ای پارسل چهار از سری یک جنگل‌های شرکت سهامی جنگل شفارود در غرب گیلان که در سال ۱۳۶۹ صنوبرکاری شد. ۳) طرح جنگل‌داری شیرکلا- اهلم پارسل ۱۲۱ واقع در مرکز استان مازندران که نهال‌ها در سال ۱۳۶۷ کشت شده بودند و ۴) صنوبرکاری ایستگاه تحقیقات چمستان که در سال ۱۳۷۳ انجام شد (جدول ۱). صنوبرکاری‌های فوق از کلن *P.d.* 69/55 بودند که نهال‌های آن‌ها با فاصله ۴×۴ متر کاشته شده بودند.

مشخصات آب‌وهوایی مناطق مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی عرصه‌های مورد بررسی در استان‌های گیلان و مازندران

نام	فاصله از شهر	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)
داوودمزار	رضوانشهر (۱۱ کیلومتر)	۴۹° ۱۲′ ۱۸″ ۴۹° ۱۲′ ۲۳″	۳۷° ۲۷′ ۳۹″ ۳۷° ۲۷′ ۵۳″	۹
هفت‌دغنان	رضوانشهر (هشت کیلومتر)	۴۹° ۱۱′ ۲۵″ ۴۹° ۱۱′ ۳۲″	۳۷° ۲۹′ ۱۸″ ۳۷° ۲۹′ ۴۹″	۱
چمستان	چمستان (چهار کیلومتر)	۵۲° ۰۴′ ۰۸″ ۵۲° ۰۴′ ۱۸″	۳۶° ۲۹′ ۴۷″ ۳۶° ۲۹′ ۵۲″	۵۰
شیرکلا	چمستان (هشت کیلومتر)	۵۲° ۱۲′ ۰۸″ ۵۲° ۱۲′ ۱۶″	۳۶° ۲۹′ ۴۸″ ۳۶° ۲۹′ ۴۸″	۲۷

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- مشخصه‌های اقلیمی ایستگاه‌های هواشناسی رضوانشهر (پیلمبرا) و چمستان (برگرفته از Ebrahimi, 2008)

ایستگاه	میانگین دما (سانتیگراد)	حداقل مطلق دما (سانتیگراد)	حداکثر مطلق دما (سانتیگراد)	میانگین بارندگی (میلی‌متر)	تیپ اقلیم (سیستم دومارتن)	تیپ اقلیم (سیستم کوپن)
رضوانشهر	۱۶/۲	-۱۷	۳۹/۵	۱۴۸۱	خیلی مرطوب	معتدل نیمه‌گرمسیری مرطوب
چمستان	۱۶/۳	-۸/۵	۴۰	۸۶۴	مرطوب	معتدل مرطوب مدیترانه‌ای

روش پژوهش

در هر توده صنوبرکاری، عرصه‌ای معادل ۱۰ تا ۱۲ هکتار انتخاب شد و به‌روش تصادفی- منظم، شبکه آماربرداری ۱۰۰×۱۰۰ متر در آن‌ها پیاده شد. در محل تقاطع شبکه، قطعه‌نمونه مربعی به مساحت ۴۰۰ متر مربع برداشت شد. در هر قطعه‌نمونه، مشخصه‌های قطر برابر سینه با نوار قطرسنج تا دقت میلی‌متر و ارتفاع کل و ارتفاع هرس با دستگاه VERTEX III تا دقت دسی‌متر اندازه‌گیری شد. مشخصه‌های کیفی مانند پیچیدگی تنه درختان، شاخه‌دهی، مستقیم بودن و یا متمایل بودن آن به‌منظور تعیین کیفیت کلی تنه و نیز شادابی درختان در هر قطعه‌نمونه ثبت شد. بر اساس مشخصه‌های مذکور، درختان از نظر کیفیت تنه به سه درجه تقسیم شدند: درجه یک) درختان بدون پیچیدگی، بدون شاخه تا شش متر اول تنه، کاملاً شاقولی و مستقیم؛ درجه دو) درختان دارای کمی پیچیدگی یا کمی تمایل و یا حداکثر دارای سه شاخه در شش متر اول تنه؛ درجه سه) درختان با تنه بیشتر از سه شاخه یا دارای پیچیدگی و تمایل زیاد و کج‌ومعوج. از نظر شادابی نیز درختان در سه درجه قرار گرفتند (Azaryan et al., 2015): درجه یک) بدون شاخه‌های خشک، برگ‌ها انبوه به رنگ سبز کاملاً طبیعی، بدون آفت و بیماری؛ درجه دو) برگ‌ها با انبوهی متوسط به رنگ سبز متمایل به زرد، بدون آفت و بیماری؛ درجه سه) تراکم برگ‌ها کم به رنگ زرد و دارای شاخه‌های خشک و آفت یا بیماری.

پس از اندازه‌گیری مشخصه‌های کمی و ثبت مشخصه‌های کیفی درختان صنوبر، متغیرهای رویه زمینی (BA) و حجم در هکتار (V) به‌ترتیب با استفاده از رابطه‌های ۱ و ۲ محاسبه شدند.

$$BA = \frac{\pi d^2}{4} \qquad \text{رابطه (۱)}$$

$$V = f\frac{\pi d^2}{4}h \qquad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن‌ها: d قطر برابر سینه به سانتی‌متر، h ارتفاع کل درختان به متر و f ضریب شکل است. بر اساس پژوهش انجام‌شده توسط Mokhtari (۲۰۰۷)، ضریب شکل در پژوهش پیش‌رو ۰/۵ درنظر گرفته شد.

با توجه به این‌که عمده فعالیت‌ها و توسعه ریشه‌های گیاهان به‌علت تجمع مواد غذایی و رطوبت ناشی از بارش‌های فصل رویش در لایه‌های سطحی خاک انجام می‌شود (Alizadeh, 2005)، به‌منظور تعیین ویژگی‌های خاک، در هر قطعه‌نمونه، چهار نمونه خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری به‌وسیله آگر استوانه‌ای به قطر ۷/۶ سانتی‌متر برداشت شد. چهار نمونه خاک مربوط به هر قطعه با هم مخلوط شده و نمونه ترکیبی به‌دست‌آمده پس از انتقال به آزمایشگاه در هوای آزاد خشک شده و از الک دو میلی‌متری عبور داده شد (Ghazanshahi, 1997). بافت

Archive of SID

www.SID.ir

خاک با استفاده از روش دانسی‌متری بایکاس تعیین شد. اسیدیته خاک به‌روش گل اشباع و نسبت ۱:۱ با pH متر الکتریکی، هدایت الکتریکی به‌روش عصاره گل اشباع با دستگاه ECسنج و کربن آلی به‌روش والکی- بلاک (Walkley & Black) محاسبه شد. مقدار مواد آلی خاک از ضرب کردن درصد کربن آلی خاک در عدد ۱/۹ به‌دست آمد (Nelson & Sommers, 1982). فسفر قابل جذب به روش السون (Ghazanshahi, 1997)، پتاسیم قابل جذب به‌روش استات‌آمونیم نرمال با دستگاه فلیم‌فتومتر (Flame photometer) و ازت کل به‌روش کجلدال اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

به‌منظور یکسان‌سازی سن توده‌ها (بیشتر از ۲۰ سال) با استفاده از مته سال‌سنج، نمونه‌های رویش از درختان صنوبر در هر منطقه تهیه شد. با نسبت‌گیری بین طبقه‌های سنی جوان، میان‌سال و مسن به‌وسیله رگرسیون خطی در عرصه‌های مورد پژوهش، داده‌های هر منطقه مقایسه شدند. سپس، نرمال بودن توزیع داده‌های هر منطقه توسط آزمون کولموگروف- سمیرنوف و همگنی واریانس داده‌ها با استفاده از آزمون لیون در نرم‌افزار SPSS بررسی شد. برای مقایسه آماری متغیرهای کمی و کیفی از روش آماری فاکتوریل، با دو فاکتور منطقه در دو سطح، توده درون هر منطقه در دو سطح و تکرار یا درخت در هر توده با طرح پایه کامل تصادفی استفاده شد. برای مقایسه ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی خاک به‌دلیل نرمال نبودن توزیع داده‌ها از آزمون کروسکال- والیس استفاده شد. برای تعیین مناسب‌ترین شاخص محک‌زننده تغییرات از ضریب تغییرات (CV) استفاده شد و متغیری که بیشترین درصد CV را داشت، به‌عنوان شاخص مقایسه تعیین شد. سپس مقایسه توده‌ها و تأثیر عوامل ایجاد تمایز بر این شاخص بررسی شد.

نتایج

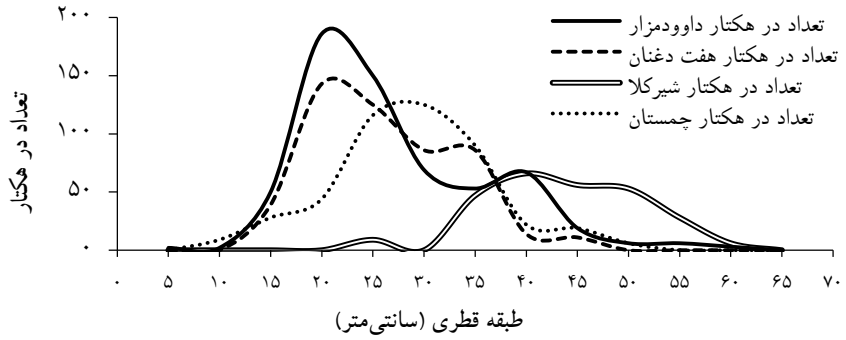
تجزیه واریانس نشان داد که درصد زنده‌مانی درختان صنوبر بین توده‌های مورد بررسی در هر منطقه در سطح اطمینان ۹۹ درصد دارای تفاوت معنی‌دار بود. صنوبرکاری چمستان با ۷۳/۵ درصد، بیشترین و شیرکلا با ۴۱/۶ درصد، کمترین مقدار زنده‌مانی را داشتند. درصد زنده‌مانی بین مناطق، اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). میانگین قطر درخت در شیرکلا (مازندران) ۴۲/۹ و در چمستان ۳۹/۱ سانتی‌متر بود که از دو عرصه داوودمزار و هفت‌دغنان (گیلان) به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. میانگین ارتفاع، رویه زمینی و رویش حجمی سالانه درخت صنوبر بین دو منطقه در سطح اطمینان ۹۹ درصد تفاوت داشت، اما بین توده‌های هر منطقه اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۳). منحنی پراکنش قطری در عرصه‌های مورد مطالعه نیز در شکل ۱ نشان داده شده است.

جدول ۳- مقایسه میانگین مشخصه‌های کمی درختان صنوبر در توده‌های صنوبرکاری گیلان و مازندران (با روش آماری فاکتوریل)

مشخصه	گیلان	مازندران	F	معنی‌داری
درصد زنده‌مانی	۵۷/۵	۶۵/۸	۳/۹۶	۰/۰۵۴ ns
قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	۲۸/۳	۴۱	۶۶/۰۱۱	۰/۰۰**
ارتفاع کل (متر)	۲۸/۲	۳۴	۲۳/۰۶۹	۰/۰۰**
ارتفاع تنه هرس‌شده (متر)	۷/۳	۷/۸	۱/۴۴	۰/۲۴ ns
رویه زمینی (متر مربع)	۰/۰۶۴	۰/۱۳۳	۷۹/۷	۰/۰۰**
رویش حجمی سالانه (متر مکعب)	۰/۰۳۴	۰/۰۸۲	۶۷/۱۹	۰/۰۰**

** معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ ns غیرمعنی‌دار

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱- نمودار مقایسه‌ای پراکنش قطری صنوبرکاری‌های مورد مطالعه

عرصه چمستان سالانه ۳۴/۴ متر مکعب در هکتار تولید چوب داشت که در مقایسه با شیرکلا (مازندران) با رویش حجمی سالانه ۲۲/۵ متر مکعب، داوودمزار و هفت‌دغنان در گیلان با رویش به‌ترتیب ۱۷/۱۷ و ۱۷/۰۳ متر مکعب در هکتار دارای اختلاف معنی‌دار بود. همچنین، میانگین رویه زمینی و حجم در هکتار در توده چمستان (مازندران) با اختلاف معنی‌داری بیشتر از عرصه‌های شیرکلا، داوودمزار و هفت‌دغنان بود (شکل ۲ و جدول ۴).

شکل ۲- مقایسه میانگین رویش حجمی به‌تفکیک عرصه

جدول ۴- مقایسه میانگین مشخصه‌های کمی توده‌های صنوبر در گیلان و مازندران (با روش آماری فاکتوریل)

مشخصه	گیلان	مازندران	F	معنی‌داری
رویه زمینی در هکتار (متر مربع در هکتار)	۳۳/۱	۴۶/۱	۱۷/۸۴	۰/۰۰**
حجم در هکتار (متر مکعب در هکتار)	۴۸۱/۲	۷۹۶/۹	۲۶/۶۹	۰/۰۰**
رویش حجمی (متر مکعب در هکتار در سال)	۱۷/۱	۲۸/۵	۲۶/۷۹	۰/۰۰**

** معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد

www.SID.ir

بررسی مشخصه‌های کیفی توده‌های صنوبرکاری نشان داد که فراوانی درختان با درجه کیفی یک در مازندران (۴۵/۸ درصد) با اختلافی معنی‌دار نسبت به تعداد درختان درجه یک در گیلان (۲۲ درصد) بیشتر بود (جدول ۵). با مقایسه چهار توده صنوبر دلتوئیدس مشخص شد که فراوانی درختان با درجه کیفی یک (خوب) در چمستان با عرصه‌های دیگر تفاوت معنی‌دار داشت (جدول ۶). از نظر شادابی، درصد فراوانی درختان با درجه‌های مختلف در دو استان فاقد تفاوت معنی‌دار بودند. همچنین، بیشتر از ۸۰ درصد درختان در دو منطقه، شادابی خوب (درجه یک) داشتند (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین درصد فراوانی درختان صنوبر با درجه‌های کیفی تنه و شادابی متفاوت در گیلان و مازندران (با روش آماری فاکتوریل)

مشخصه کیفی	درجه	گیلان	مازندران	F	معنی‌داری
کیفیت تنه	یک	۲۲	۴۵/۸	۱۹/۱۵	۰/۰۰**
	دو	۴۵	۳۹/۲	۰/۷۵	۰/۳۹۴ ns
	سه	۳۳	۱۵	۱۰/۴۴	۰/۰۰۳**
شادابی درخت	یک	۸۴	۸۸	۰/۶۹	۰/۴۱۱ ns
	دو	۱۶	۱۰	۰/۱۵	۰/۲۲۵ ns
	سه	–	۲	۲/۹۵	۰/۰۹۶ ns

**معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ ns غیرمعنی‌دار

جدول ۶- مقایسه میانگین درصد فراوانی درختان با درجه‌های کیفی تنه و شادابی متفاوت در چهار توده صنوبرکاری مورد بررسی

مشخصه کیفی	درجه	داوودمزار	هفت‌دغنان	شیرکلا	چمستان	F	معنی‌داری
کیفیت تنه	یک	۱۳^{c}	۳۱^{b}	۳۰^{b}	۶۲^{a}	۱۴/۶۳	۰/۰۰**
	دو	۷۰^{a}	۲۰^{b}	۵۶^{a}	۲۲^{b}	۱۳/۹۲	۰/۰۰**
	سه	۱۷^{b}	۴۹^{a}	۱۴^{b}	۱۶^{b}	۸/۳۵	۰/۰۰**
شادابی درخت	یک	۶۸/۵^{c}	۹۹/۳^{a}	۸۲^{bc}	۹۵^{ab}	۶/۷۴	۰/۰۰**
	دو	۳۲/۵^{a}	۰/۷^{b}	۱۶/۵^{b}	۳^{b}	۷/۴۷	۰/۰۰**
	سه	–	–	۱/۵	۲	۱/۰۳۵	۰/۳۹۲ ns

**معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ ns غیرمعنی‌دار

مقایسه ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی خاک عرصه‌های صنوبرکاری در مناطق گیلان و مازندران نشان داد که اسیدیته خاک بین مناطق، تفاوتی معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد داشت. درصد ماده آلی، کربن آلی و نیتروژن در خاک چمستان با تفاوت معنی‌دار، کمتر از سه عرصه دیگر بود. در کل، مقدار این عناصر در خاک توده‌های گیلان به‌طور معنی‌داری بیشتر از مازندران بود. مقدار فسفر و پتاسیم در عرصه‌های گیلان به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو

Archive of SID
www.SID.ir

عرصه مورد مطالعه در مازنـدران بـود. بافـت خـاک در دو عرصه صنوبرکاری گیلان شنی- رسـی- لـومی، در شـیرکلا شنی- لومی و در چمستان لومی بود. درصد شن در دو توده صنوبرکاری مازندران به‌طـور معنـی‌داری کمتـر از گـیلان و برعکس درصد سیلت در مازندران بیشتر از دو عرصه گیلان بود (جدول ۷).

با توجه به اینکه متغیر رویش حجمی هر درخت با میانگین ۳۷/۷۶ درصد، بیشترین مقدار CV را نسبت به متغیرهای دیگر داشت، به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص محک‌زننده تغییرات استفاده شد (جدول ۸).

جدول ۷- مقایسه میانگین مشخصه‌های فیزیکی- شیمیایی خاک در چهار عرصه صنوبرکاری مورد مطالعه با آزمون کروسکال- والیس

مشخصه	داوودمزار	هفت‌دغنان	شیرکلا	چمستان	مربع کای	معنی‌داری
اسیدیته	۶/۹۸^{c}	۶/۹^{d}	۷/۷۲^{a}	۷/۲۶^{b}	۳۳/۸۴	۰/۰۰**
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	۰/۷^{ab}	۰/۶۳^{ab}	۰/۵۹b	۰/۷۶a	۱۱/۰۳	۰/۰۱۲*
ماده آلی (درصد)	۵/۱۴^{a}	۵/۴۷^{a}	۵/۰۱^{a}	۳/۶۵^{b}	۱۲/۲۴	۰/۰۰۷**
کربن آلی (درصد)	۲/۹۹^{a}	۳/۱۷^{a}	۲/۹۱^{a}	۲/۱۲^{b}	۱۲/۲۴	۰/۰۰۷**
رطوبت اشباع (درصد)	۶۵/۸	۵۹/۶	۵۸/۵	۶۰/۵	۳/۱۷	۰/۳۶۷^{ns}
نیتروژن (درصد)	۰/۲۹۹^{ab}	۰/۳۲^{a}	۰/۲۴^{b}	۰/۱۸^{c}	۱۵/۴۹	۰/۰۰۱**
فسفر (p.p.m)	۱۴/۶^{b}	۲۱/۲^{a}	۴/۶^{c}	۶/۹^{c}	۳۲/۱۷	۰/۰۰۰**
پتاسیم (p.p.m)	۳۱۸^{b}	۴۴۷^{a}	۲۴۰^{b}	۱۳۷^{c}	۲۶/۶۳	۰/۰۰۰**
رس (درصد)	۲۲/۲۵^{ab}	۲۴/۲^{a}	۲۱/۸^{b}	۱۸^{c}	۲۱/۳۴	۰/۰۰۰**
لای (درصد)	۲۴/۷^{b}	۲۵/۸^{b}	۴۷^{a}	۴۹^{a}	۲۹/۶۵	۰/۰۰۰**
شن (درصد)	۵۳^{a}	۵۰^{a}	۳۱^{b}	۳۳^{b}	۲۶/۶۶	۰/۰۰۷**

**معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ *معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد؛ ^{ns} غیرمعنی‌دار

جدول ۸- مقادیر ضریب تغییرات (CV) در متغیرهای اصلی اندازه‌گیری‌شده به‌تفکیک مناطق صنوبرکاری در گیلان و مازندران

	تعداد در هکتار	قطر	ارتفاع	رویه زمینی در هکتار	حجم در هکتار	رویه متوسط درخت	رویش حجمی در هکتار	رویش حجمی درخت	طول هرس طبیعی
گیلان (داوودمزار)	۲۲/۰۷	۲۲/۶۴	۱۸/۶۴	۳۰/۸۱	۴۱/۴۲	۴۴/۸	۴۱/۴۶	۵۷/۱۹	۱۳/۹۹
گیلان (هفت‌دغنان)	۱۴/۷	۱۷/۵۴	۱۲/۵۴	۲۹/۶۴	۳۸/۷۸	۳۲/۷۵	۳۹/۹	۴۵/۷۲	۲۱/۰۷
مازندران (شیرکلا)	۲۸/۳۴	۷/۵۸	۵/۰۱	۲۰/۰۹	۱۷/۶۹	۱۵/۹۶	۱۷/۶۴	۲۲/۱۶	۱۲/۷۵
مازندران (چمستان)	۱۰/۰۲	۹/۹	۹/۸۲	۱۹/۱۸	۲۶/۴۲	۱۹/۷۶	۲۶/۴	۲۵/۹۸	۳۳/۵۲
میانگین	۱۸/۷۸	۱۴/۴۱	۱۱/۵	۲۴/۹۳	۳۱/۱	۲۸/۳۱	۳۱/۳۵	۳۷/۷۶	۲۰/۳۳

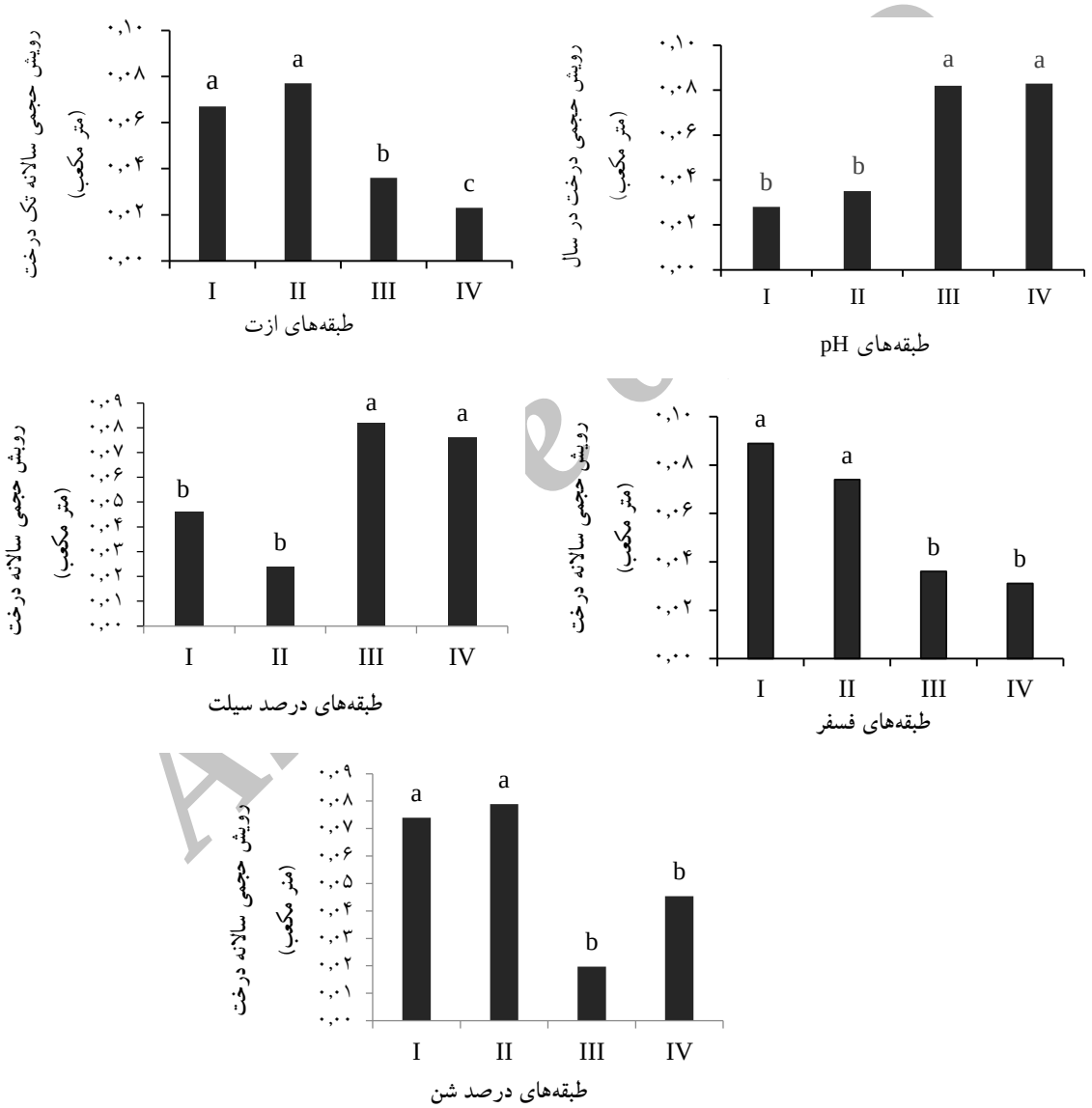
به‌منظور بررسی تأثیر عوامل خاک بر رویش حجمی هر درخت، ابتدا عوامل اصلی تأثیرگذار به چهار طبقه تفکیک شدند. برای این منظور از مقادیر گردشده چارک‌های اول، سوم و میانه این عوامل استفاده شد (جدول ۹).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۹- طبقه‌بندی مقادیر عوامل تأثیرگذار خاک بر اساس سه مقدار میانه و چارک‌های اول و سوم

مشخصه	طبقه I	چارک اول	طبقه II	میانه	طبقه III	چارک سوم	طبقه IV
اسیدیته	≤ ۶/۹	۶/۹	۶/۹-۷/۱	۷/۱	۷/۱-۷/۶	۷/۶	≥۷/۶
ازت کل	≤۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹-۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶-۰/۳۵	۰/۳۵	≥۰/۳۵
فسفر قابل جذب	≤۵/۳	۵/۳	۵/۳-۸/۱	۸/۱	۸/۱-۱۵/۳	۱۵/۳	≥۱۵/۳
درصد شن	≤۳۳	۳۳	۳۳-۴۷	۴۷	۴۷-۵۲	۵۲	≥۵۲
درصد سیلت	≤۲۷	۲۷	۲۷-۲۸	۲۸	۲۸-۴۷	۴۷	≥۴۷



شکل ۳- تفاوت ایجادشده در رویش حجمی سالانه هر درخت صنوبر در طبقه‌های مختلف اسیدیته، ازت، فسفر، درصد سیلت و درصد شن خاک

www.SID.ir

نتایج آزمون توکی نشان داد که افزایش اسیدیته خاک به سمت مقادیر اندکی بیشتر از خنثی (طبقه III)، سبب افزایش معنی‌دار رویش حجمی سالانه هر درخت صنوبر دلتوئیدس شد. افزایش مقدار ازت خاک از طبقه III با کاهش معنی‌دار رویش حجمی سالانه هر درخت صنوبر دلتوئیدس همراه بود. هنگامی‌که مقدار فسفر خاک بیشتر از ۸/۱ پی‌پی‌ام (طبقه III) بود، کاهش رویش حجمی سالانه درخت مشاهده شد. افزایش درصد سیلت خاک به سمت مقادیر بیشتر از ۴۷ درصد (طبقه IV) سبب افزایش معنی‌دار رویش حجمی سالانه هر درخت صنوبر دلتوئیدس شد. افزایش درصد شن از طبقه III و بیشتر با کاهش معنی‌دار رویش حجمی سالانه صنوبر همراه بود (شکل ۳).

بحث

تجزیه و تحلیل نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که از نظر درصد زنده‌مانی بین توده‌های صنوبر دلتوئیدس در دو استان تفاوت معنی‌دار وجود نداشت، اما اختلاف بین توده‌های مورد بررسی در هر استان معنی‌دار بود. صنوبرکاری چمستان با ۷۳/۵ درصد بیشترین و شیرکلا با ۴۱/۶ درصد کمترین مقدار زنده‌مانی را داشتند. Khanjani Shiraz و همکاران (۲۰۱۴) با مقایسه کلن‌های مختلف صنوبر در جنگل‌کاری‌های جلگه‌ای غرب گیلان، درصد زنده‌مانی کلن‌ها را در سن ۲۵ سالگی از ۳۴ تا ۶۱/۸ درصد به‌دست آوردند که با دامنه درصد زنده‌مانی توده‌های صنوبرکاری پژوهش پیش‌رو مطابقت داشت. مقایسه منحنی‌های تعداد در طبقه‌های قطری حاکی از پراکنش منظم‌تر تعداد در طبقه‌های قطری در توده چمستان نسبت به سه عرصه دیگر بود. به بیان دیگر، تفاوت تعداد در طبقه‌های قطری در این توده‌ها اختلاف رویش درختان را نیز نشان داد. مقایسه مشخصه‌های کمی دیگر بین توده‌های گیلان و مازندران حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد بود. به این ترتیب، میانگین قطر درختان در شیرکلا (مازندران) ۴۲/۹ و در چمستان ۳۹/۱ سانتی‌متر به‌دست آمد که به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو عرصه داوودمزار و هفت‌دغنان بود. Salehi و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی دو قطعه صنوبرکاری P. d. 69/55 در غرب گیلان (منطقه گیسوم)، میانگین قطر برابر سینه و ارتفاع درختان را در قطعه ضعیف به‌ترتیب ۲۱/۷۳ سانتی‌متر و ۱۸/۰۹ متر و در قطعه مرغوب ۳۲/۶۶ سانتی‌متر و ۲۴/۲۰ متر گزارش کردند که این اختلاف بین دو قطعه معنی‌دار بود. ایشان اختلاف معنی‌دار مشخصه‌های کمی و کیفی توده‌های مذکور را به تفاوت ویژگی‌های فیزیکی خاک دو توده مانند بافت و وضعیت زهکشی آن نسبت دادند. Lashkarbolouki و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی ویژگی‌های فنولوژیکی و رویشی هفت کلن صنوبر دلتوئیدس در شرایط اقلیمی آستانه اشرفیه گیلان (بارندگی سالانه ۱۱۸۶ میلی‌متر) و خاک لومی (رسوبات آبرفتی ریزبافت) حداکثر میانگین قطر، میانگین ارتفاع و میانگین رویش حجمی در هکتار درختان فوق را ۴۲/۷ سانتی‌متر، ۲۸/۷ متر و ۳۲/۰۷ متر مکعب به‌دست آوردند. حال آنکه در پژوهش پیش‌رو، رویش حجمی سالانه در هکتار در غرب گیلان حدود ۱۷ متر مکعب و در شیرکلا و چمستان مازندران به‌ترتیب ۲۲/۵ و ۳۴/۴ متر مکعب بود. Seddighi و همکاران (۲۰۱۲) نیز با بررسی توده‌های دست‌کاشت صنوبر دلتوئیدس در غرب گیلان (منطقه شیخ‌نشین) موجودی (حجم) در هکتار این توده‌ها را که ۱۸ سال سن داشتند، ۸۹/۵ متر مکعب و رویش حجمی سالانه در هکتار آنرا پنج متر مکعب تعیین کردند. نتایج مذکور نشان داد که این عرصه‌ها ضعیف‌ترین رویشگاه برای کاشت صنوبر دلتوئیدس بودند. ایشان دریافتند که تولید صنوبر به‌طور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر ویژگی‌های خاک مانند بافت، اسیدیته و عوامل شیمیایی است. اگرچه صنوبرها در زمره درختان آب‌دوست هستند، اما به شرایط ماندابی و هیدرومورفی خاک حساس هستند که به‌شدت بر رویش آن‌ها تأثیر منفی می‌گذارد.

فراوانی درختان با درجه کیفی یک (خوب) در صنوبرکاری‌های شیرکلا و چمستان به‌ترتیب ۳۰ و ۶۲ درصد به‌دست آمد. همچنین، در توده‌های گیلان، بیشترین درصد فراوانی متعلق به صنوبرهای با درجه کیفی تنه دو و

Archive of SID

www.SID.ir

سه بود. در غرب گیلان، مقایسه درجه کیفی تنه درختان صنوبر دلتوئیدس نشان داد که فراوانی این درختان در درجه کیفی خوب از تا ۳۶/۴ تا ۹۱/۹ درصد متفاوت بود (Khanjani Shiraz et al., 2014). در پژوهش پیش‌رو، از نظر شادابی، توده‌های مورد بررسی در دو منطقه تفاوت معنی‌دار نداشتند و بیشتر از ۸۰ درصد درختان مورد مطالعه در هر منطقه را درختان شاداب تشکیل می‌دادند. Salehi و همکاران (۲۰۱۲) در غرب گیلان، درصد فراوانی درختان صنوبر دلتوئیدس با شادابی خوب را در رویشگاه غنی ۷۴/۳ درصد و در رویشگاه فقیر (ضعیف) ۱۴/۴ درصد گزارش کردند. مقایسه رویش حجمی سالانه هر درخت صنوبر با استفاده از آزمون دانکن بین توده‌های صنوبر در دو منطقه مورد مطالعه در پژوهش پیش‌رو حاکی از تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد بود. با توجه به منابع اشاره‌شده در فوق که تفاوت معنی‌دار مشخصه‌های کمی و کیفی توده‌های صنوبر دلتوئیدس در استان گیلان به‌ویژه در غرب آن را به عوامل رویشگاهی همچون بافت خاک، اسیدیته، سطح آب زیرزمینی و وضعیت زهکشی نسبت دادند، می‌توان استنباط کرد که تفاوت رویش صنوبر در توده‌های مورد مطالعه در این پژوهش در درجه اول به تفاوت ویژگی‌های خاک این عرصه‌ها مانند ویژگی‌های فیزیکی آن مربوط بود. علاوه‌برآن، صنوبر دلتوئیدس در مبداء اصلی با بارندگی سالانه از ۷۰۰ تا ۱۲۸۰ میلی‌متر و اقلیم نیمه‌گرمسیری مرطوب و فاقد زمستان‌های سخت، رشد مطلوبی دارد، در حالی‌که در پایگاه دیگر، این درخت به‌علت زمستان‌های سخت از رویش ضعیف‌تری برخوردار بود (Forotannejhad, 1967).

نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که بافت خاک در دو عرصه صنوبرکاری گیلان، شنی- رسی- لومی، در شیرکلا شنی- لومی و در چمستان لومی بوده و درصد ذرات سیلت در دو عرصه شیرکلا و چمستان بیشتر از توده‌های هفت‌دغنان و داوودمزار بود. Salehi و همکاران (۲۰۱۲) نیز بهبود وضعیت نفوذپذیری و تهویه خاک با افزایش درصد سیلت و به‌دنبال آن تسهیل رشد و توسعه ریشه‌ها را به‌عنوان دلیل همبستگی مثبت قابل ملاحظه بین میانگین قطر درختان قطعه حاصل‌خیزتر و درصد سیلت خاک بیان کردند. بررسی تأثیر عوامل خاک بر رویش حجمی درخت (شاخص مقایسه) نشان داد که افزایش درصد سیلت خاک به سمت مقادیر بیشتر از ۴۷ درصد (طبقه IV) سبب افزایش معنی‌دار رویش حجمی سالانه هر درخت صنوبر دلتوئیدس شد. در این راستا، رویش موفق صنوبر دلتوئیدس در فلات کلرادو در جنوب غرب ایالات متحده در خاک‌های لومی (دارای سیلت بیشتر) که به روش مصنوعی آبیاری می‌شدند، تأیید شد (Cooper et al., 2003). Habibi Kaseb (۱۹۹۲) نیز تأکید کرده است که برای یک صنوبرکاری با بازده زیاد باید از خاک‌های آبرفتی بدون هیدرومورفی استفاده شود.

برخلاف ذرات سیلت، افزایش درصد ذرات شن به سمت مقادیر بیشتر از طبقه III با کاهش معنی‌دار رویش حجمی سالانه صنوبر همراه بود. به‌نظر Forotannejhad (۱۹۶۹) نیز صنوبرکاری در اراضی و خاک‌های ماسه‌ای موفقیت‌آمیز نیست. خاک‌های شنی ظرفیت نگهداری آب مناسبی ندارند، بنابراین برای رشد مطلوب صنوبرها مناسب نیستند. افزایش اسیدیته خاک به سمت مقادیر اندکی بیشتر از خنثی (طبقه III) سبب افزایش معنی‌دار رویش حجمی سالانه هر درخت صنوبر دلتوئیدس شد. Cooper و Van Haverbeke (۱۹۹۰) بیان کردند که صنوبرهای دلتوئیدس با خاک‌های دارای pH متوسط (خنثی، کمی قلیایی و یا کمی اسیدی) سازگارند. در پژوهش پیش‌رو، pH کمتر خاک در توده‌های گیلان با رویش حجمی کمتر همراه بود. بر اساس نظر Forotannejhad (۱۹۶۹)، خاک‌های ترش اراضی جنگلی جلگه‌ای مناسب صنوبرکاری نیستند.

در مجموع، از این پژوهش می‌توان استنباط کرد که در مناطق اقلیمی خیلی مرطوب و مرطوب استان‌های گیلان و مازندران که شرایط برای رویش صنوبر مناسب است، در خاک‌های دارای بافت سبک و متوسط با مقدار سیلت بیشتر از ۴۷ درصد و اسیدیته کمی بیشتر از خنثی، رویش صنوبر دلتوئیدس بیشتر است. پیشنهاد می‌شود که پژوهش‌های

Archive of SID
www.SID.ir

مشابهی در خصوص ارقام مختلف صنوبر در شرایط اقلیمی و خاکی متفاوت این مناطق انجام شود.

References

- Alizadeh, A., 2005. Soil, Water, Plant Relationship. Imam Reza University, Mashhad, Iran, 470p (In Persian).
- Azarnoush, M.R., Feiznejhad Siadohoni, A.R. and Mohammadi, B., 2011. Study of quantitative and qualitative parameters of *Popolus deltoides* in two sites of Golafshan and Dallakkheil. Abstracts of the Conference on Forests and Environments Sponsors of Sustainable Development. Boushehr, Iran, 10-11 Oct. 2011: 122 (In Persian).
- Azaryan, M., Marvie Mohadjer, M.R., Etemaad, V., Shirvany, A. and Sadeghi, S.M.M., 2015. Morphological characteristics of old trees in Hyrcanian forest (Case study: Pattom and Namkhaneh districts, Kheyrud). Journal of Forest and Wood Products (Iranian Journal of Natural Resources), 68(1): 47-59 (In Persian).
- Cooper, D.J., D'Amico, D.R. and Scott, M.L., 2003. Physiological and morphological response patterns of *Populus deltoides* to alluvial groundwater pumping. Environmental Management, 31(2): 215-226.
- Cooper, D.T. and Van Haverbeke, D.F., 1990. *Populus deltoides* Bartr. ex Marsh; Eastern cottonwood: 530-543. In: Burns, R.M. and Honkala, B.H. (Eds.). Silvics of North America: Volume 2. Hardwoods. Agriculture Handbook 654, USDA Forest Service, Washington D.C., 876p.
- Das, D.K. and Chaturvedi, O.P., 2005. Structure and function of *Populus deltoides* agroforestry systems in eastern India: 2. Nutrient dynamics. Agroforestry Systems, 65(3): 223-230.
- Dickman, I. and Stuart, K.W., 1983. The Culture of Poplars in Eastern North America. Mishigan State University, U.S.A., 168p.
- Ebrahimi, E., 2008. Effect of spacing on the quantity and quality characteristics of oak (*Quercus castaneifolia* C. A. Mey.) plantation in lowland forests of Noor. M.Sc. thesis, Faculty of Natural Resources, University of Mazandaran, 90p (In Persian).
- Forotannejhad, M., 1967. Identification of Poplar Genus. Natural Resources Ministry, Tehran, 90p (In Persian).
- Forotannejhad, M., 1969. Guidance of poplar plantation on lowlands in North of Iran. Natural Resources Ministry, Tehran, 30p (In Persian).
- Ghazanshahi, J., 1997. Soil and Plant Analysis (translation). Publication of Homa, 312p (In Persian).
- Ghorani, M., 1986. Poplar and introduction of some clones for planting. Shafaroud Forest Corporation Company, 24p (In Persian).
- Habibi Kaseb, H., 1992. Foundations of Forest Soil Science. University of Tehran Press, Tehran, 424p (In Persian).
- Isebrands, J.G. and Karnosky, D.F., 2001. Environmental benefits of poplar culture: 207-218. In: Dickmann, D.I., Isebrands, J.G., Eckenwalder, J.E. and Richardson, J. (Eds.). Poplar Culture in North America. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada, 397p.
- Isebrands, J.G. and Richardson, J., 2014. Poplars and Willows: Trees for Society and the Environment. CABI and FAO, Oxfordshire, U.S.A., 643p.
- Khanjani Shiraz, B., Hemati, A., Pour Tahmasy, K. and Sardabi, H., 2013. Growth comparison of different poplar clones, planted on lowlands of west Guilan. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 21(3): 557-572 (In Persian).
- Kia-daliry, Sh., Modir Rahmati, A.R., Gorji-Bahri, U., Ziaee Ziabari, S.F., Mokhtari, J., Borhani, A. and Ebrahimi, E., 2008. Investigation on growth and phonologic characteristics of poplar clones in Chamestan, Noor. Proceedings of the Second National Congress on Poplar and its Importance in Wood Farming, Vol. 1: 386-394. Published by Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran (In Persian).
- Lashkarbolouki, E., Modirrahmati, A.R., Rahmani, R., Kahneh, E. and Mousavi Koopar, S.A., 2010. Phenology and growth characteristics of seven clones of *Populus deltoides* in Astaneh Ashrafie, Guilan. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 18(4): 527-538 (In Persian).
- Lotfian, H., 1984. Previous poplar research plans and the primary results of some of them. Proceedings of the Conference on Importance of Poplar, Tehran, 45: 51-117 (In Persian).
- Mohammadi Limaei, S., Bahramabadi, Z., Rostami Shahraje, T., Adibnegad, M. and Mosavi Koupar, S.A., 2013. Determination of economically optimal rotation age of *Populus deltoides* in Guilan Province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 21(1): 63-75 (In Persian).
- Mokhtari, J., 2007. Study of effect of seedling diameter on establishment and poplar wood production. Final Report of Research Project, Research Institute of Forests and Rangelands, 24p (In Persian).
- Mokhtari, J. and 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 (In Persian).

Archive of SID

www.SID.ir

Guilan province (Case study: Guisum region). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 20(1): 38-49 (In Persian).
- Schreiner, E.J., 1959. Production of Poplar Timber in Europe and Its Significance and Application in the United States. Agriculture Hand book, No. 150, U.S. Department of Agriculture, Washington D.C., U.S.A., 124p.
- Seddighi, A.N., Fadaei Khoshkebijari, F. and Sotoudeh Fomani, B., 2012. Effect of physicochemica characteristics of soil on growth and wood production in cottonwood plantation (*Populus deltoides* Marsh) (study area: Masal forests of Iran). Annuals of Biological Research, 3(6): 3067-3072.
- Nelson, D.V. and Sommers, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter: 539-580. In: Page, A.L. (Ed.). Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties, Second Edition. American Society of Agronomy, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, U.S.A., 1150p.
- Puri, S., Singh, V., Bhushan, B. and Singh, S., 1994. Biomass production and distribution of roots in three stands of *Populus deltoides*. Forest Ecology and Management, 65(2-3): 135-147.
- Salehi, A., Maleki, M., Shabanpour, M. and Basiri, R., 2012. Effect of soil physical properties and groundwater level on qualitative and quantitative characteristics of poplar plantations in West of

Archive of SID

www.SID.ir

Quantitative and qualitative study and index choice to compare four eastern cottonwood (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh) stands in Gilan and Mazandaran

J. Mokhtari [1*], A. Soltani [2], M. Tabari Kocheksaraee [3] and E. Sadati [4]

1*- Corresponding author, Ph.D. Student of Forestry, Faculty of Natural Resources and Geosciences, University of Shahrekord, Shahrekord, Iran. E-mail: mokhtari_snbr86@yahoo.com
2- Associate Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources and Geosciences, University of Shahrekord, Shahrekord, Iran
3- Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran
4- Assistant Prof., Research Division of Natural Resources, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran

Received: 30.07.2018 Accepted: 15.09.2018

Abstract

In order to compare the quantitative and qualitative characteristics of eastern cottonwood (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh) trees that are the most common ones for wood culture in north of Iran, four *P. deltoides* stands with clone of 69/55 were selected in lowlands of Gilan (Davoodmazar and Haftdaghanan) and Mazandaran (Shirkola and Chamestan) provinces. In each stand, with method of random – systematic, samples of 400 m² were designed to measure the trees and soils. Likewise, the mean annual volume increment with highest coefficient of variation (CV) was considered as Comparison Index for determining the main affecting factors on growth and yield in four *Populus* stands. The mean diameter of trees in Shirkola (42.9 cm) and Chamestan (39.1 cm) was greater than that in Davoodmazar (27.9 cm) and Haftdaghanan (28.7 cm). The mean volume increment of tree in two province was significantly different, whereas in areas of Chamestan (34.4 m³/ha) and Shirkola (22.5 m³/ha) was greater than that in Davoodmazar (17.17 m³/ha) and Haftdaghanan (17.03 m³/ha). The mean annual volume increment of each tree was bigger in Shirkola (0.089 m³) and Chamestan (0.074 m³) compared to Haftdaghanan (0.036 m³) and Davoodmazar (0.031 m³). It can be deduced that in areas with very humid to humid climates of Gilan and Mazandaran which have favorable conditions for growth of *Populus* trees, soil texture is light to moderate with a silt content of more than 47% and pH higher than neutral, *Populus deltoides* growth is higher. The similar investigations with other clones of *Populus* in northern provinces of Iran with different climates are recommended.

Keywords: Annual volume increment, *Populus*, soil texture, wood farming.

Archive of SID

www.SID.ir