فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۶ شماره ۳، صفحه ۳۵۴- ۳۴۴، (۱۳۹۷)
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijfpr.2018.117738

تأثیر ویژگی‌های خاک بر رشد درختان تبریزی (*Populus nigra* L.) سه‌ساله در جنوب تهران

آزاده صالحی [۱*]، محسن کلاگری [۲] و فاطمه احمدلو [۳]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
پست الکترونیک: az.salehi@rifr-ac.ir
۲- دانشیار، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۳- استادیار، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۱۷

چکیده

در پژوهش پیش‌رو، تأثیر ویژگی‌های خاک بر مشخصات رویشی درختان تبریزی (*Populus nigra* 62.154) سه‌ساله در دو توده صنوبرکاری در جنوب تهران بررسی شد. در پایان فصل رویش، در هر توده سه قطعه‌نمونه نه‌تایی درخت به‌صورت تصادفی- منظم انتخاب شده و قطر برابر سینه و ارتفاع کل درختان موجود در هر قطعه‌نمونه اندازه‌گیری شد. سپس، رویه زمینی و حجم هر اصله درخت محاسبه شد. به‌منظور بررسی ویژگی‌های خاک، در هر قطعه‌نمونه سه نمونه خاک از دو عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری برداشت شد. نتایج حاکی از آن بود که خاک دو توده از نظر برخی ویژگی‌ها (بافت، پتاسیم و EC) تفاوت‌های معنی‌داری داشتند که پیرو آن مشخصه‌های رویشی درختان بین دو توده نیز تفاوت‌های معنی‌داری را نشان دادند، به‌طوری‌که میانگین حجم سرپای تک‌درخت تبریزی سه‌ساله در توده اول به‌تقریب سه‌برابر آن در توده دوم بود. در کل، خاک با بافت لومی- رسی، پتاسیم قابل جذب بیشتر (۴۱۵/۱۶ mg/kg) و EC کمتر (۱/۳۶ ds/m) (توده اول) شرایط رویشی مناسب‌تری را برای صنوبرها در مقایسه با خاک با بافت لومی- سیلتی، پتاسیم قابل جذب متوسط (۲۱۹/۴۳ mg/kg) و EC بیشتر (۴/۴۳ ds/m) (توده دوم) فراهم کرده بود. همچنین، همبستگی مثبت بین مشخصات رویشی درختان صنوبر با درصد شن و رس و پتاسیم خاک و همبستگی منفی با درصد سیلت و EC خاک در هر دو توده مشاهده شد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که توجه به ویژگی‌های خاک پیش از صنوبرکاری برای دست‌یابی به حداکثر تولید چوب در واحد سطح ضروری است.

واژه‌های کلیدی: بافت خاک، مشخصه‌های رویشی، زراعت چوب، شوری خاک، صنوبر.

مقدمه

در ایران بیشتر تولیدات چوبی از جنگل‌های هیرکانی تأمین می‌شود که در سال‌های اخیر به‌علت برداشت زیاد و فشار عوامل اجتماعی، بهره‌برداری از منابع جنگلی کاهش یافته است، بنابراین کاشت گونه‌های تندرشد با سیستم بهره‌برداری کوتاه‌مدت ضرورت پیدا کرده است تا بتوان با توجه به توانمندی‌های موجود به این نیاز پاسخ داد. ویژگی‌های منحصر به‌فردی مانند امکان کاشت در شرایط اقلیمی مختلف، قابلیت کشت در سطح‌های بزرگ و کوچک، نرمش بوم‌شناختی، تنوع ارقام، عملیات مراقبتی به‌نسبت کم، قابلیت تکثیر غیرجنسی و کم‌توقع بودن از صفات بارز صنوبرها (*Populus* sp.) است (Puri *et al.*, 2001)، به‌طوری که صنوبرهای کبوده (*P. alba*) و تبریزی (*P. nigra*) در مناطق مرکزی و غرب، صنوبر دلتوئیدس (*P.*

Archive of SID
www.SID.ir

deltoides) در مناطق شمالی و پده (*P. euphratica*) در مناطق شرق و جنوب کشور به‌فراوانی دیده می‌شوند (*et al.*, Ghasemi 2012).

اگرچه عوامل اقلیمی بیشترین نقش را در پراکنش و رشد جوامع گیاهی دارند، اما ویژگی‌های خاک هم از عوامل اصلی مؤثر در این زمینه است (Gavili Kilaneh & Vahabi, 2012). خاک منبع مهمی از عناصر غذایی ماکرو و میکرو برای رشد و نمو گیاهان است. از سوی دیگر، ویژگی‌های فیزیکی خاک نیز با تأثیرگذاری زیاد در ظرفیت نگهداری آب و تهویه و نفوذ ریشه، تأثیر مهمی بر رشد گیاهان دارند (Lal, 2005). گیاهان در قسمت بالای زمین برای یک منبع واحد (نور) و در زیر زمین برای دامنه وسیعی از منابع موجود در خاک با یکدیگر رقابت می‌کنند (Casper & Jackson, 1997). برای دست‌یابی به رشد حداکثری درختان صنوبر در زراعت چوب، بررسی و درک درست روابط بین رشد، نیازهای تغذیه‌ای گیاه و توانایی خاک برای فراهم کردن شرایط رشد بهینه اهمیت فراوانی دارد (Kelly & Ericsson, 2003). در واقع، کارایی و عملکرد تولید چوب صنوبرکاری‌ها به مقدار زیادی وابسته به ویژگی‌های رویشگاه به‌ویژه ویژگی‌های خاک و مقدار آب در دسترس است (Salehi & Maleki, 2012). Dickamann و Stuart (۱۹۸۳) بیان کردند که صنوبرها به‌تقریب در هر جایی قابلیت رویش دارند، اما بهترین پتانسیل و عملکرد خود را در رویشگاه‌های حاصل‌خیز نشان می‌دهند. بر اساس پژوهش Alijanpour و همکاران (۲۰۱۴)، ویژگی‌های خاک تأثیر زیادی بر ویژگی‌های کمی و کیفی توده‌های صنوبر تبریزی مورد مطالعه در استان کردستان داشت. بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در صنوبرکاری‌های دلتوئیدس شمال ایران نیز نشان داد که در سال‌های اولیه، ویژگی‌های فیزیکی به‌ویژه بافت خاک نقش مهمی را بر رشد صنوبر ایفا کردند و کاهش عناصر غذایی موجود در خاک اثراتی منفی بر کمیت و کیفیت این درختان داشت (Salehi & Maleki, 2012). همچنین، Schreiner (۱۹۵۹) بهترین رشد صنوبرها را در خاک‌های عمیق با بافت متوسط گزارش کرد.

یکی دیگر از عوامل محدودکننده رشد و توسعه گیاهان مرتبط با ویژگی‌های خاک، مقدار شوری (EC) خاک است که با تجمع املاح در خاک تحت تأثیر عوامل مختلف به‌وجود می‌آید. صنوبرها از نظر مقاومت به شوری در حد متوسط بوده و تا شش دسی‌زیمنس بر متر را تحمل می‌کنند. البته بین ارقام صنوبر از نظر مقاومت به شوری اختلاف وجود دارد، به‌طوری‌که هدایت الکتریکی یک دسی‌زیمنس بر متر برای صنوبر اورامریکن (*P. euramericana*) و شش دسی‌زیمنس بر متر برای صنوبر پده بدون ایجاد محدودیت رشد، قابل تحمل است (Daneshvar & Modirrahmati, 2009). در مطالعه Daneshvar و Modirrahmati (۲۰۰۹)، با بررسی گلخانه‌ای تأثیر شوری خاک بر صنوبر، چهار کلن مورد بررسی بدین‌صورت طبقه‌بندی شدند: *P. deltoides* 79/51 در طبقه خیلی حساس و *P. euramericana* var. *triplo* حساس، *P. nigra* 63/135 نیمه‌حساس و *P. alba* 44/9 طبقه نیمه‌متحمل. Calagari و همکاران (۲۰۱۷) نیز با بررسی رشد چهار کلن صنوبر (*P. euphratica*، *P. alba* 44.9، *P. alba* 58.57 و *P. euphratica x P. alba* 44.9) در عرصه‌های شور ایستگاه گرمسار گزارش کردند که این کلن‌ها از نظر صفات رویشی تفاوت‌های معنی‌داری با یکدیگر داشتند. در واقع، یکی از روش‌های مقابله با شوری، افزایش اسیدهای آمینه پرولین، بیوتین و گلسین است. بر اساس پژوهش Stettler و همکاران (۱۹۹۶)، اغلب صنوبرها نمی‌توانند با تجمع این اسیدهای آمینه با شوری مقابله کنند.

کاشت صنوبر تبریزی به‌عنوان یکی از گونه‌های صنوبر از زمان‌های دور در ایران رایج بوده است. کشاورزان آن را با اهداف مختلفی از جمله ایجاد بادشکن و تولید چوب پرورش می‌دادند. از آن‌جایی‌که یکی از عوامل مهم رشد و توسعه صنوبرها، نوع خاک است و از طرف دیگر تنش‌های محیطی بیشترین اثر را در سال‌های اولیه رشد و نمو گیاه دارند و همچنین با توجه به اینکه مطالعه‌های اندکی در داخل کشور بر ارتباط بین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و

Archive of SID

www.SID.ir

مشخصات رویشی گونه‌های مختلف صنوبر متمرکز شده است، هدف از این پژوهش، بررسی ارتباط بین مشخصات رویشی و ویژگی‌های خاک دو توده صنوبر تبریزی در جنوب شهر تهران به‌منظور دست‌یابی به عملکرد زیاد تولید چوب طی فرآیند زراعت چوب بود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، دو توده تبریزی نزدیک به‌هم (فاصله دو توده ۵/۰۸ کیلومتر)، هم‌سن (سه‌ساله) و با کلن مشابه (*P. nigra* 62.154) اما با عملکرد رویشی متفاوت در صنوبرکاری‌های جنوب شهر تهران (محدوده شهرری) انتخاب شدند. با توجه به اینکه شرایط توپوگرافی و عوامل اقلیمی دو توده صنوبر یکسان بود و از طرف دیگر، منابع آبی مورد استفاده دو توده نیز یکسان بود و یکنواختی زیادی از نظر تعداد دفعات آبیاری و حجم آب در اختیار دو توده وجود داشت، به‌نظر می‌رسید که عملکرد رویشی متفاوت دو توده می‌تواند ناشی از بستر رویش متفاوت باشد. خلاصه‌ای از ویژگی‌های دو توده در جدول ۱ ارائه شده است. براساس اطلاعات هواشناسی ایستگاه سینوپتیک تهران (ورامین) در سال ۲۰۱۷ (سال نمونه‌برداری و آماربرداری از توده‌ها)، در منطقه مورد بررسی متوسط درجه حرارت سالانه ۲۰/۵۹ درجه سانتیگراد و بارندگی سالانه ۱۵۹/۷ میلی‌متر بود.

جدول ۱- ویژگی‌های عمومی دو توده صنوبر مورد مطالعه

شماره توده	محل کاشت	مساحت (هکتار)	فاصله کاشت (متر)	ارتفاع از سطح دریا (متر)	طول و عرض جغرافیایی	سال کاشت
یک	روستای زمان‌آباد	۲	۲ × ۱/۵	۱۰۱۰	۳۵° ۳۲′ ۳۵″ N ۵۱° ۳۰′ ۵۸″E	۱۳۹۳
دو	روستای قلعه‌نو	۲	۲ × ۱/۵	۱۰۰۰	۳۵° ۲۹′ ۵۹″N ۵۱° ۲۹′ ۵۶″E	۱۳۹۳

در هر توده صنوبر، نهال‌های یک‌ساله تبریزی در اسفندماه سال ۱۳۹۳ کشت شدند. در پایان فصل رویش سوم (سال ۱۳۹۶)، در هر توده صنوبر سه‌ساله، سه قطعه‌نمونه که هریک شامل نه درخت (۴×۳ متر) بودند، به‌صورت تصادفی- منظم در قسمت‌های ابتدایی، میانی و انتهایی هر توده صنوبرکاری درنظر گرفته شد. در مجموع، از هر توده ۲۷ اصله درخت اندازه‌گیری شد. قطر برابر سینه و ارتفاع کل درختان موجود در هر قطعه‌نمونه اندازه‌گیری و ثبت شد. سپس، متغیر رویه زمینی (BA) با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد. همچنین، حجم هر اصله درخت (V) با درنظر گرفتن ضریب شکل ۰/۵ با استفاده از رابطه ۲ تعیین شد.

$$BA = \frac{\pi d^2}{4}$$ رابطه (۱)

$$V = 0.4 \times d^2 \times h$$ رابطه (۲)

که در آن‌ها: d قطر برابر سینه به سانتی‌متر و h ارتفاع درخت به متر است.

به‌منظور بررسی ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی خاک (بافت، ماده آلی، اسیدیته، هدایت الکتریکی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم)، در هر قطعه‌نمونه سه نمونه خاک از دو عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری برداشت شد. سه نمونه خاک مربوط به هر قطعه‌نمونه با یکدیگر مخلوط شده و به‌صورت

Archive of SID

www.SID.ir

یک نمونه همگن درآمد (Marañón *et al.*, 1999). بنابراین در مجموع، ۱۲ نمونه خاک از دو عمق مختلف مربوط به دو توده صنوبر برداشت شد. نمونه‌های خاک در هوای آزاد خشک و خرد شدند و از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. ویژگی‌های خاک شامل بافت خاک از روش هیدرومتر بایکاس (Bouyoucos, 1965)، اسیدیته و هدایت الکتریکی به‌ترتیب با استفاده از pH و ECمتر (Hati *et al.*, 2007)، محتوای کربن آلی خاک (SOC) از روش سرد والکی- بلاک (Nelson & Sommers, 1996)، فسفر قابل جذب از روش اولسون (Olsen *et al.*, 1954)، پتاسیم قابل جذب به روش استات آمونیوم (Page *et al.*, 1982) و ازت کل با استفاده از روش کجلدال (Bremner, 1996) اندازه‌گیری شد. عملیات داشت توده‌های مورد مطالعه شامل آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز و حذف جست‌های اضافی توسط مالکان زمین و با نظارت کارشناسان مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور و مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان ری به‌صورت یکنواخت در هر دو توده انجام شد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS استفاده شد. ابتدا توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-سمیرنوف بررسی شد. با توجه به نرمال بودن داده‌ها، مقایسه ویژگی‌های خاک دو توده صنوبر و مشخصات رویشی درختان بین دو توده با استفاده از آزمون t مستقل انجام شد. برای بررسی همبستگی بین ویژگی‌های خاک و مشخصات رویشی درختان هر توده از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد.

نتایج

براساس نتایج آزمون t، تفاوت معنی‌داری بین برخی ویژگی‌های خاک دو توده صنوبر مورد مطالعه وجود داشت (جدول‌های ۲ و ۳)، به‌طوری‌که درصد شن و رس و مقدار پتاسیم خاک توده یک در دو عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری به‌طور معنی‌داری بیشتر از توده دو بود. در مقابل، درصد سیلت و EC خاک توده دو در دو عمق ذکرشده به‌طور معنی‌داری بیشتر از توده یک بود. در هر دو عمق مورد بررسی، بافت خاک توده یک، لومی- رسی و بافت خاک توده دو، لومی- سیلتی بود.

جدول ۲- معنی‌داری ویژگی‌های خاک دو توده صنوبر مورد مطالعه براساس آزمون t

عمق (سانتی‌متر)	آماره	مشخصه										
		شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	pH	EC (ds/m)	نیتروژن (درصد)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	کربن آلی (درصد)	C/N	ماده آلی (درصد)
۰-۳۰	t	۵/۵۲	۸/۷۹	۶/۷۰	۴/۴۲	۱۰/۰۹	۰	۱/۰۳	۱۶/۷۸	۱/۰۳	۱/۵۷	۱/۰۳
	P	۰/۰۰۵**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۳**	۰/۱۱	۰/۰۰۱**	۱	۰/۳۵۷	۰/۰۰۰**	۰/۳۶	۰/۱۹	۰/۳۶
۳۰-۶۰	t	۱/۷۷	۵/۳۵	۵/۶۸	۵/۱۹	۹/۲۳	۰/۵	۲/۲۱	۱۰/۸۴	۰/۳۸۸	۰/۲۴۱	۰/۳۸۸
	P	۰/۰۱۵*	۰/۰۰۶**	۰/۰۰۵**	۰/۰۷	۰/۰۰۱**	۰/۶۴۳	۰/۰۹۱	۰/۰۰۰**	۰/۷۱۸	۰/۸۲۱	۰/۷۱۹

** معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ * معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- گروه‌بندی مشخصات فیزیکی- شیمیایی خاک (میانگین ± واریانس) توده‌های صنوبر مورد مطالعه

مشخصه	عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر		عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر	
	توده یک	توده دو	توده یک	توده دو
شن (درصد)	۲۴/۶ (۱/۱۶) [a]	۱۸/۵۳ (۱/۹) [b]	۲۶/۸۶ (۲/۸) [a]	۲۱/۴۶ (۱/۷۹) [b]
سیلت (درصد)	۴۲/۱۳ (۱/۱۵) [b]	۵۸/۲ (۲/۹۴) [a]	۳۹/۶ (۴/۸۶) [b]	۵۵/۲۶ (۱/۴۱) [a]
رس (درصد)	۳۳/۲۶ (۱/۱۴) [a]	۲۳/۲۶ (۲/۳) [b]	۳۳/۵۳ (۲/۱۵) [a]	۲۱/۲۶ (۳/۰۵) [b]
بافت خاک	لومی- رسی	لومی- سیلتی	لومی- رسی	لومی- سیلتی
pH	۸/۱ (۰/۱) [a]	۷/۷۳ (۰/۱۵۲) [a]	۸/۱۴ (۰/۱۷۳) [a]	۷/۸ (۰/۱) [a]
EC (ds/m)	۱/۳۶ (۰/۵۰۳) [b]	۴/۴۳ (۰/۱۵۰) [a]	۱/۷ (۰/۳۶۰) [b]	۴/۲ (۰/۳) [a]
نیتروژن (درصد)	۰/۱ (۰/۰۱) [a]	۰/۱ (۰/۰۱۴) [a]	۰/۰۸۶ (۰/۰۲۰) [a]	۰/۰۸ (۰/۰۱) [a]
فسفر (mg/kg)	۵۰ (۲) [a]	۴۷ (۴/۵۸) [a]	۴۸/۶۶ (۳/۰۵) [a]	۴۴ (۲) [a]
پتاسیم (mg/kg)	۴۱۵/۱۶ (۱۳/۵۲) [a]	۲۱۹/۴۳ (۱۹/۸۸) [b]	۴۳۰/۳ (۱۵/۱۵) [a]	۲۱۱/۵۳ (۳۱/۴۹) [b]
کربن آلی (درصد)	۱/۲۱ (۰/۰۳۲) [a]	۱/۱۳ (۰/۱۳۰) [a]	۱/۰۵ (۰/۲۳۸) [a]	۰/۹۸۶ (۰/۱۷۷) [a]
C/N	۱۲/۱۹ (۰/۳۴۲) [a]	۱۱/۳۲ (۰/۱۸۴) [a]	۱۲/۱۷ (۰/۱۵۵) [a]	۱۲/۲۸ (۰/۷۱۸) [a]
ماده آلی (درصد)	۲/۰۹ (۰/۰۵۵) [a]	۱/۹۵ (۰/۲۲۴) [a]	۱/۸۱ (۰/۴۱۱) [a]	۱/۷ (۰/۳۰۶) [a]

حروف انگلیسی متفاوت در هر ردیف، تفاوت معنی‌دار آماری بین میانگین گروه‌های مورد بررسی را در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان می‌دهند.

بررسی معنی‌داری مشخصات رویشی درختان سه‌ساله صنوبر تبریزی بین دو توده مورد مطالعه نشان داد که ارتفاع کل، قطر برابر سینه، میانگین رویه زمینی تک‌درخت و حجم سرپای تک‌درخت صنوبر توده یک در سطح اطمینان ۹۹ درصد بیشتر از مشخصات متناظر درختان صنوبر متعلق به توده دو بودند (جدول ۴ و شکل ۱). همچنین، رویه زمینی در هکتار و حجم در هکتار توده یک به‌طور معنی‌داری بیشتر از توده دو بود (شکل ۱).

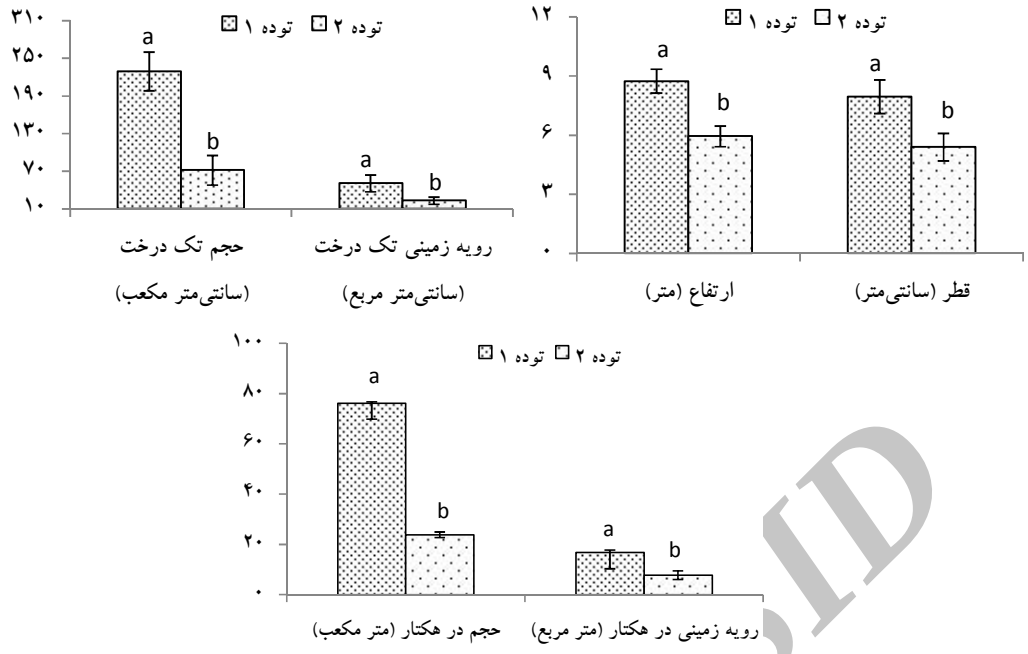
جدول ۴- معنی‌داری مشخصه‌های رویشی درختان سه‌ساله تبریزی بین دو توده مورد مطالعه براساس آزمون t

آماره	مشخصه			
	ارتفاع کل (متر)	قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	رویه زمینی تک‌درخت (متر مربع)	حجم تک‌درخت (متر مکعب)
t	۱۷/۹۷	۱۰/۱۵	۹/۶۳	۱۰/۵۵
P	۰/۰۰۰ **	۰/۰۰۰ **	۰/۰۰۰ **	۰/۰۰۰ **

** معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد

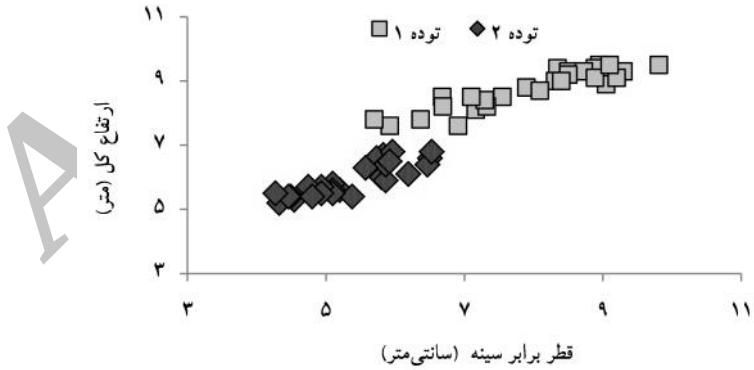
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- مقایسه مشخصه‌های رویشی (میانگین ± واریانس) درختان سه‌ساله صنوبر تبریزی بین دو توده مورد مطالعه

ارتباط بین قطر برابر سینه و ارتفاع درختان صنوبر دو توده در شکل ۲ نشان داده شده است. در هر دو توده روند مشابهی از این نظر مشاهده شد، به‌طوری‌که در هر دو توده با افزایش قطر برابر سینه، ارتفاع درختان صنوبر نیز افزایش یافت. در مقابل، همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، بیشترین قطر و ارتفاع ثبت‌شده مربوط به درختان صنوبر توده یک بود.



شکل ۲- ارتباط بین قطر برابر سینه و ارتفاع درختان سه‌ساله صنوبر تبریزی در دو توده مورد مطالعه

جدول ۵ همبستگی مثبت بین مشخصات رویشی (ارتفاع کل، قطر برابر سینه، رویه زمینی و حجم تک‌درخت) درختان صنوبر با درصد شن، درصد رس و پتاسیم خاک تحت کشت درختان صنوبر را نشان می‌دهد. در مقابل، مشخصات رویشی مورد بررسی درختان صنوبر با درصد سیلت و EC خاک همبستگی منفی را نشان دادند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- همبستگی پیرسون بین ویژگی‌های خاک و مشخصه‌های رویشی درختان سه‌ساله تبریزی

ویژگی	ارتفاع کل (متر)	قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	رویه زمینی تک‌درخت (متر مربع)	حجم تک‌درخت (متر مکعب)
شن (درصد)	۰/۷۰۸ *	۰/۶۷۰ *	۰/۶۷۱ *	۰/۶۸۲ *
سیلت (درصد)	-۰/۹۳۷ **	-۰/۸۹۳ **	-۰/۹۰۲ **	-۰/۹۱۹ **
رس (درصد)	۰/۹۲۴ **	۰/۸۸۳ **	۰/۸۹۵ **	۰/۹۱۳ **
pH	۰/۴۴	۰/۳۰۷	۰/۴۲۷	۰/۴۴۵
EC (ds/m)	-۰/۹۴۵ **	-۰/۹۱۳ **	-۰/۹۲۹ **	-۰/۹۴۳ **
نیتروژن (درصد)	۰/۱۲۲	۰/۰۸۹	۰/۰۷۹	۰/۰۹۱
فسفر (mg/kg)	۰/۴۹۵	۰/۴۶۲	۰/۴۸۰	۰/۴۹۳
پتاسیم (mg/kg)	۰/۹۵۵ **	۰/۹۲۵ **	۰/۹۴۲ **	۰/۹۵۹ **
کربن آلی (درصد)	۰/۲۲۲	۰/۱۸۵	۰/۱۸۴	۰/۲۰۱
C/N	۰/۲۷۱	۰/۲۶۸	۰/۲۹۴	۰/۳۰۵
ماده آلی (درصد)	۰/۲۲۲	۰/۱۸۵	۰/۱۸۴	۰/۲۰۱

** معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ * معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد

بحث

نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که مشخصه‌های رویشی (ارتفاع کل، قطر برابر سینه، رویه زمینی و حجم تک‌درخت) درختان سه‌ساله تبریزی به‌طور معنی‌داری ($p < ۰/۰۱$) بین دو توده متفاوت بود (جدول ۴ و شکل ۱). رشد صنوبرها وابسته به عوامل متعددی شامل نوع کلن، کیفیت قلمه یا نهال، فاصله کاشت درختان، کشت‌های تلفیقی، کیفیت رویشگاه، آب و هوا و عملیات مراقبتی و مدیریتی است (Tewari, 1995). از آنجایی‌که دو توده صنوبرکاری‌شده هم‌سن بودند، کلن و نهال‌های مورد استفاده، فاصله کاشت درختان، نوع و مقدار آبیاری و عملیات مراقبتی نیز در هر دو توده به‌طور مشابهی اعمال شد. به‌نظر می‌رسد که شرایط محیطی حاکم بر دو توده، رشد درختان را تحت تأثیر قرار داده باشد. دو توده صنوبر به‌تقریب نزدیک به‌هم بودند (فاصله دو توده ۵/۰۸ کیلومتر)، بنابراین عوامل اقلیمی و توپوگرافی نیز نمی‌توانست تفاوت چندانی داشته باشد. نظر به شرایط رویشی یکسان دو توده، عامل تأثیرگذاری که می‌توانست پارامترهای رویشی را به‌طور معنی‌داری تغییر دهد، ویژگی‌های خاک دو توده بود. اگرچه دو توده صنوبر مورد مطالعه نزدیک به یکدیگر قرار داشتند، اما خاک دو توده ازنظر برخی ویژگی‌ها (درصد شن، سیلت و رس، پتاسیم و EC) تفاوت‌های معنی‌داری را نشان دادند (جدول‌های ۲ و ۳) که این امر می‌تواند یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رشد درختان صنوبر باشد. تغییرپذیری ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک در مقیاس کم توسط پژوهشگرانی مانند Weindorf و Zhu (۲۰۱۰) و Kavianpoor و همکاران (۲۰۱۲) گزارش شد. در واقع، ناهمگنی ویژگی‌های خاک می‌تواند در یک مقیاس بزرگ یا در یک مقیاس کوچک رخ دهد (Feng *et al.*, 2008).

براساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۳، بافت خاک دو توده صنوبر متفاوت بود (بافت خاک توده یک لومی- رسی و بافت خاک توده دو لومی- سیلتی)، به‌طوری‌که درصد شن و رس خاک توده یک به‌طور معنی‌داری بیشتر از توده دو و درصد سیلت خاک توده دو به‌طور معنی‌داری بیشتر از توده یک بود. بر اساس پژوهش‌های Tüfekçioğlu و همکاران (۲۰۰۵) و Mokhtari و همکاران (۲۰۱۷)، بافت خاک یکی

Archive of SID

www.SID.ir

از عوامل مهم برای صنوبرکاری است. همچنین، مشخصات رویشی درختان صنوبر با درصد شن و درصد رس همبستگی مثبت و با درصد سیلت همبستگی منفی نشان دادند (جدول ۵). در نتایج پژوهش‌های متعدد، همبستگی بین مشخصات رویشی درختان صنوبر با درصد شن، سیلت و رس خاک هم مثبت و هم منفی گزارش شده است (Tüfekçioğlu *et al.*, 2005; Salehi & Maleki, 2012; Alijanpour *et al.*, 2014). در واقع، نتایج متفاوت همبستگی مشخصه‌های رویشی با درصد شن، سیلت و رس خاک نتیجه متفاوت بودن بافت خاک در مطالعه‌های مختلف بود. در کل گزارش شده است که بهترین رشد صنوبرها بر روی خاک‌های عمیق با بافت متوسط است (Schreiner, 1959). در واقع، خاک‌هایی با بافت سنگین در مقایسه با خاک‌هایی با بافت درشت‌تر، مطلوبیت کمتری برای رشد صنوبرها دارند (Stanturf *et al.*, 2001). نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که خاک لومی- رسی (توده یک) شرایط رویشی مناسب‌تری را در مقایسه با خاک لومی- سیلتی (توده دو) برای صنوبرها فراهم کرد (شکل ۱).

پتاسیم دومین عنصر پرمصرف ضروری برای رشد و نمو گیاهان است. براساس گزارش Fatemi و همکاران (۲۰۱۱)، مقدار پتاسیم قابل جذب خاک در توده یک در محدوده زیاد (بیشتر از ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) و در توده دو در محدوده متوسط (۱۰۰ تا ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود. نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که صنوبرها در خاکی با پتاسیم بیشتر (توده یک) از مشخصات رویشی بهتری برخوردارند (شکل ۱).

یکی دیگر از عوامل تأثیرگذار بر مشخصه‌های رویشی گیاه که مرتبط با ویژگی‌های خاک است، شوری (EC) خاک است. شوری در گیاهان حساس منجر به کاهش رشد و تولید محصول و در شرایط حاد منجر به از بین رفتن گیاهان می‌شود (Abdollahi *et al.*, 2011). گونه‌های مختلف صنوبر از نظر مقاومت به شوری با یکدیگر تفاوت دارند. در پژوهش پیش‌رو، شوری خاک توده دو (۴/۴۳ دسی‌زیمنس بر متر) به‌طور معنی‌داری بیشتر از توده یک (۱/۳۶ دسی زیمنس بر متر) بود. با توجه به زیاد بودن شوری خاک توده دو که آنرا در محدوده خاک‌های به‌نسبت شور یا لب‌شور قرار می‌دهد، کاهش معنی‌دار پارامترهای رویشی درختان صنوبر این توده نسبت به توده یک دور از انتظار نبود. نتایج مطالعه‌های پیشین نیز به‌خوبی نشان داد که شوری خاک یکی از عوامل مؤثر بر رشد صنوبرها است. به‌طور مثال، Daneshvar و Modirrahmati (۲۰۰۹) با بررسی گلخانه‌ای چهار کلن صنوبر نشان دادند که شوری خاک منجر به کاهش زی‌توده و پارامترهای رویشی نهال‌ها در چهار کلن صنوبر مورد مطالعه شد. بررسی Mao و همکاران (۲۰۰۸) نیز حاکی از آن بود که رشد قطری و ارتفاعی و نیز زی‌توده کبوده با افزایش شوری در خاک کاهش یافت. در واقع، تنش شوری با تأثیرگذاری بر تجمع یون‌هایی مانند سدیم و کلر در بافت فتوسنتزکننده گیاهان و همچنین کاهش آب قابل دسترس گیاه، کاهش سطح برگ و کاهش فتوسنتز و در نتیجه کاهش رشد گیاه را به‌دنبال خواهد داشت (Daneshvar & Modirrahmati, 2009).

با توجه به کاهش منابع جنگلی، صنوبرها به‌عنوان مهم‌ترین گونه‌های تندرشد اهمیت زیادی در تولید چوب پیدا کرده‌اند. برای دست‌یابی به حداکثر رشد صنوبرها، توجه به ارتباط بین پارامترهای رویشی، نیازهای تغذیه‌ای گیاه و ویژگی‌های خاک برای فراهم کردن شرایط مناسب رشد ضروری است. نتایج این پژوهش نشان داد که خاک با بافت لومی- رسی، پتاسیم قابل جذب بیشتر و شوری کمتر (توده یک) شرایط رویشی مناسب‌تری را برای صنوبرها در مقایسه با خاک با بافت لومی- سیلتی، پتاسیم قابل جذب متوسط و شوری بیشتر (توده دو) فراهم کرده بود. با توجه به نتایج این پژوهش و تأکید مطالعه‌های پیشین بر نقش مهم و ضروری ویژگی‌های خاک بر مشخصه‌های رویشی صنوبرها، توجه به ویژگی‌های خاک و انتخاب دقیق و بااحتیاط رویشگاه پیش از صنوبرکاری به‌منظور استفاده بهینه از اراضی و دست‌یابی به حداکثر تولید چوب در واحد سطح ضروری است.

References

Archive of SID

www.SID.ir

- Abdollahi, P., Soltani, A. and Beigi Harchegani, H., 2011. Evaluation of salinity tolerance in four suitable tree species in urban forestry. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19(3): 265-282 (In Persian).
- Alijanpour, A., Shafiei, A.B. and Latify, R., 2014. Effect of planting interval and soil type on qualitative and quantitative characteristics of poplar (*Populus nigra*) plantations in Diwandareh (Kurdistan province, western Iran). Journal of Forest Science, 60(3): 89-95.
- Bouyoucos, G.J., 1962. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soil. Agronomy Journal, 54(5): 464-465.
- Bremner, J.M., 1996. Nitrogen-total:1085-1121. In: Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, G.T. and Sumner, M.E. (Eds.). Methods of Soil Analysis Part 3– Chemical Methods, SSSA Book Series 5.3. Soil Science Society of America, Inc., American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, U.S.A., 1390p.
- Calagari, M., Salehi Shanjani, P. and Banj Shafiei, Sh., 2017. Growth comparison of two poplar species (*Populus alba* and *Populus euphratica*) and their hybrid in the saline and non-saline soils. Journal of Plant Researches, 30(1): 173-185 (In Persian).
- Casper, B.B. and Jackson, R.B., 1997. Plant competition underground. Annual Review of Ecology and Systematics, 28: 545-570.
- Daneshvar, H.A. and Modirrahmati, A.R., 2009. Effects of NaCl and $CaCl_2$ on growth characteristics and ions accumulation in the leaves of four Poplar genotypes. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 17(2): 200-209 (In Persian).
- Dickamann, D.I. and Stuart, K.W., 1983. The Culture of Poplars in Eastern North America. Department of Forestry, Michigan State University, East Lansing, Michigan, U.S.A., 168p.
- Fatemi, A., Malakouti, M.J., Bazargan, K., Rahnamaie, R. and Eftekhari, K., 2011. Correlation between mineral composition and potassium quantity-intensity parameters and available potassium in calcareous soils. Journal of Water and Soil Conservation, 18(2): 23-44 (In Persian).
- Feng, D., Zongsuo, L., Xuexuan, X., Xingchang, Z. and Lun, S., 2008. Spatial heterogeneity of soil nutrients and aboveground biomass in abandoned old-fields of Loess Hilly region in Northern Shaanxi, China. Acta Ecologica Sinica, 28(1): 13-22.
- Gavili Kilaneh, E. and Vahabi, M.R., 2012. The effect of some soil characteristics on range vegetation distribution in central Zagros, Iran. Journal of Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources), 16(59): 245-258 (In Persian).
- Ghasemi, R., Modir Rahmati, A.R. and Asadi, F., 2012. Growth characteristics of 5 black poplar (*Populus nigra*) clones with Turkish origin in Karaj area. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19(4): 491-500 (In Persian).
- Hati, K.M., Biswas, A.K., Bandyopadhyay, K.K. and Misra, A.K., 2007. Soil properties and crop yields on a vertisol in India with application of distillery effluent. Soil & Tillage Research, 92(1-2): 60-68.
- Kavianpoor, H., Esmali Ouri, A., Jafarian Jeloudar, Z. and Kavian, A., 2012. Spatial variability of some chemical and physical soil properties in Nesho mountainous rangelands. American Journal of Environmental Engineering, 2(1): 34-44.
- Kelly, J.M. and Ericsson, T., 2003. Assessing the nutrition of juvenile hybrid poplar using steady state technique and a mechanistic model. Forest Ecology and Management, 180(1-3): 249-260.
- Lal, R., 2005. Forest soils and carbon sequestration. Forest Ecology and Management, 220(1-3): 242-258.
- Mao, H., Iwanaga, F., Yamanaka, N. and Yamamoto, F., 2008. Growth photosynthesis and ion distribution in hydroponically cultured *Populus alba* L. cutting grown under various salinity concentrations. Landscape and Ecology Engineering, 4(2): 75-82.
- Marañón, T., Ajbilou, R., Ojeda, F. and Arroya, J., 1999. Biodiversity of woody species in oak woodlands of southern Spain and northern Morocco. Forest Ecology and Management, 115(2-3): 147-156.
- Mokhtari, J., Soltani, A., Tabari Kouchaksaraei, M. and Sadati, S.E., 2017. Effect of soil texture on growth and yield of eastern cottonwood (*Populus deltoids* Bartr. ex Marsh. 77/51) in Noor alluvial plain. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 25(3): 398-407 (In Persian).
- Nelson, D.W. and Sommers, L.E., 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter: 961-1010. In: Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, G.T. and Sumner, M.E. (Eds.). Methods of Soil Analysis Part 3– Chemical Methods, SSSA Book Series 5.3. Soil Science Society of America, Inc., American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, U.S.A., 1390p.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. and Deen, L.A., 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soil by Extracting with Sodium Bicarbonate (USDA Circular no. 939). U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., U.S.A, 19p.
- Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R., 1982. Methods of Soil Analysis, Part 2, Second Edition. American Society of Agronomy, Inc., Soil Science Society of America, , Inc., Madison, U.S.A., 1159p.
- Puri, S., Swamy, S.L. and Jaiswal, A.K., 2001. The

Archive of SID
www.SID.ir

potential of *Populus deltoides* in the sub-humid tropics of central India: survival, growth and productivity. Indian Forester, 127(2): 173-186.
- Salehi, A. and Maleki, M., 2012. Evaluation of soil physical and chemical properties in poplar plantations in north of Iran. Ecologia Balkanica, 4(2): 69-76.
- Schreiner, E.J., 1959. Production of Poplar Timber in Europe and Its Significance and Application in the United States. Agriculture Handbook No. 150, U.S.D.A. Forest Service, Washington, D.C., U.S.A, 124p.
- Stanturf, J.A., van Oosten, C., Netzer, D.A., Coleman, M.D. and Portwood, C.J., 2001. Ecology and silviculture of poplar plantations: 153-206. In: Dickamann, D.I., Isebrands, J.G., Eckenwalder, J.E and Richardson, J. (Eds.). Poplar Culture in North America. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada, 397p.
- Stettler, R.F., Bradshow, H.D., Jr., Heilman, P.E. and Hinckley, T.M., 1996. Biology of *Populus* and its Implications for Management and Conservation. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada, 539p.
- Tewari, D.N., 1995. Agroforestry for Increased Productivity, Sustainability and Poverty Alleviation. International Book Distribution, Dehra Dun, India, 799p.
- Tüfekçioğlu, A., Altun, L., Kalay, H.Z. and Yilmaz, M., 2005. Effects of some soil properties on the growth of hybrid poplar in the Terme-Golardi region of Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 29: 221-226.
- Weindorf, D.C. and Zhu, Y., 2010. Spatial variability of soil properties at Capulin volcano, New Mexico, U.S.A.: Implications for sampling strategy. Pedosphere, 20(2): 185-197.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of some soil properties on growth of three-year black poplar (*Populus nigra* L.) trees in poplar plantations in south of Tehran

A. Salehi [1*], M. Calagari [2] and F. Ahmadloo [3]

1*- Corresponding author, Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. E-mail: az.salehi@rifr-ac.ir
2- Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
3- Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: 19.05.2018 Accepted: 08.09.2018

Abstract

The effects of some soil properties on growth of three-year poplars (*Populus nigra* L.) were investigated in two poplar stands in south of Tehran. For this purpose, at the end of growth period, in each poplar stand, three sample plots (3×4 m) were chosen using technique of systematic random sampling. Diameter at breast height and height parameters of trees were measured and then basal area and volume computed. In order to study soil properties (texture, organic matter, pH, EC and NPK), in each plot, three soil samples were taken in depths of 15-30 and 30-60 cm. Results demonstrated that some soil properties (sand, silt and clay percent, K content and EC) of two poplar stands had significant differences, as a consequence growth parameters of two poplar stands also showed significant differences. So that, in stand 1 volume of three-year poplar tree was 3 times volume in stand 2. In general, loamy-clay soil with higher absorbable K (415/16 mg/kg) and lower EC (1/36 ds/m) (stand 1) provided better growth conditions for poplar trees compared with loamy-silty soil with medium absorbable K (219/43 mg/kg) and higher EC (4/43 ds/m) (stand 2). Also, positive correlation between growth parameters of poplar trees with sand and clay percent and K content and negative correlation with silt percent and EC were observed. The results of current study demonstrated that attention to soil properties before poplar plantation is necessary to achieve maximum wood production.

Keywords: Growth parameters, *P. nigra*, soil salinity, soil texture, wood farming.

Archive of SID

www.SID.ir