فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۲ شماره ۲، صفحه ۳۳۱-۳۲۲، (۱۳۹۳)

تأثیر تیمار کود بر رشد نهال‌های شیردار (*Acer cappadocicum*) در نهالستان و عرصه جنگل

احمد رحمانی[۱*]، مجید حسنی[۲]، مصطفی خوشنویس[۳] و محسن نورشاد[۴]

۱ *– نویسنده مسئول، استادیار مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ایران. پست الکترونیک: arahmani@rifr-ac.ir

۲– کارشناس‌ارشد مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ایران.

۳– عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ایران.

۴– کارشناس سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۷/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۲۶

چکیده

تولید نهال‌های قوی و مناسب برای موفقیت در جنگلکاری‌ها همواره موردتوجه است. هدف از این بررسی تأثیر کوددهی بر رشد نهال‌ها در نهالستان و جنگل بود. رشد نهال‌های شیردار (*Acer cappadocicum*) در نهالستان کلاردشت با تیمارهای مختلفی از کودهای شیمیایی (NPK)، دامی و عناصر ریزمغذی در ۱۴ تیمار در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بررسی شد. سپس نهال‌های دوساله به جنگل منتقل شدند و در سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی کاشته شدند. نتایج اندازه‌گیری رشد نهال‌ها طی چهار سال تحت تیمارهای مختلف در نهالستان اختلاف معنی‌داری را نشان داد، به‌طوری‌که نهال‌هایی که کود دامی دریافت کرده بودند، از رشد بیشتری برخوردار بودند. بیشترین تأثیر تیمارهای کودی بر رشد نهال‌ها در سال اول رشد در جنگل مشاهده شد و نهال‌های تیمار ۱۴ (ترکیب کود دامی و کود شیمیایی) بیشترین رشد را داشتند. در سال دوم رشد در عرصه، تنها از نظر قطر اختلاف بین تیمارها معنی‌دار بود و نهال‌های تیمارهای ۱۴ و هشت (کود خالص دامی) بیشترین قطر را داشتند. تأثیر تیمارهای کودی در سال‌های بعد کمتر شد. درمجموع می‌توان گفت که اگر در عرصه جنگلکاری علف‌های هرز زیادی وجود دارد و رشد سال اول نهال‌ها برای رقابت اهمیت زیادی دارد، بهتر است در نهالستان از ترکیب کودی شماره ۱۴ (N90P120K90+ کود میکرو+ کود دامی) استفاده شود، در غیراین‌صورت، دادن کود دامی برای تولید نهال‌های خوب و رشد مناسب در عرصه در شرایط مشابه این آزمایش کفایت خواهد کرد.

واژه‌های کلیدی: نهال، کود، جنگل کلاردشت، شیردار، نهالستان، رشد.

مقدمه

تولید نهال‌های استاندارد و مناسب برای موفقیت جنگلکاری‌ها همواره موردتوجه تولیدکنندگان نهال بوده است. برخی از پژوهش‌ها نشان می‌دهد تیمارهایی که در نهالستان برای تولید نهال‌های قوی انجام می‌شود، در استقرار و رشد نهال در عرصه مثبت و مفید است (Oliet *et al.*, 1997; Villar-Salvador *et al.*, 2004) و برخی تحقیق‌ها نشان می‌دهد که وقتی نهال‌ها در نهالستان تحت‌تنش عناصر غذایی قرار گیرد، شوک پس از انتقال و خشکی تابستان را بهتر تحمل می‌کنند (Seva *et al.*, 2000; Trubat *et al.*, 2004). این تفاوت در اظهارنظرها به تفاوت نیاز تغذیه‌ای نهال‌های گونه‌های مختلف و شرایط متفاوت اکولوژیکی که

تحقیق در آن انجام شده است، بستگی دارد. در انتقال نهال‌های ریشه لخت به عرصه جنگل در سال اول، به‌علت شوک وارده به نهال و همچنین حضور علف‌های هرز به‌دلیل پاکتراشی عرصه و رقابت نهال‌ها با آنها، رشد طولی و قطری اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کنند. تنش خشکی و مواد غذایی در این شرایط واکنش نهال را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (Struve & Joly, 1992; McMillin & Wagner, 1995). به‌دلیل این شوک و تنش ناشی از انتقال نهال‌های ریشه لخت، نهال‌ها در سال اول و دوم تا زمانی‌که سیستم ریشه خوب رشد کند و بتواند آب و مواد غذایی را از خاک جذب کند، رشد کمی دارند (Rietveld, 1989). علاوه‌بر رشد کم، مرگ‌ومیر و عدم استقرار نهال‌ها هم تحت‌تأثیر این تنش قرار می‌گیرند (Jacobs *et al*., 2004). تنش کمبود عناصر غذایی با دادن کود به نهال در نهالستان (Rahmani *et al*., 2003;2004 Villar-Salvador *et al*.,) یا کوددهی در زمان کاشت نهال (Burdett *et al*., 1990; Santiago *et al*., 2012) قابل جبران است. نوع کود و مقدار بهینه مصرف آن برای گونه‌ها و شرایط اکولوژیک متفاوت می‌تواند مختلف باشد. در بررسی اثر کودهای مختلف بر رشد و جذب عناصر معدنی در نهالستان‌های کلوده و شهرپشت گزارش شده است که تأثیر کود بر رشد نهال گونه‌های مختلف متفاوت بوده و همچنین در نهالستان‌های مختلف واکنش نهال‌ها به کود تفاوت داشته است (Rahmani, 2003). عملیات زراعی و تیمارهایی که در نهالستان انجام می‌شود به‌شدت خصوصیات نهال و موفقیت بعدی در عرصه را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (Burdett, 1990; Vilagrosa *et al*., 2003). در مناطق مدیترانه‌ای گزارش شده که کوددهی و تغذیه نهال در نهالستان‌ها درحال گسترش است، چون تغذیه در نهالستان مقاومت به خشکی نهال‌ها را افزایش می‌دهد (van den Driessche, 1985). کوددهی از چند طریق می‌تواند مقاومت به خشکی را افزایش دهد. قابلیت رشد ریشه و پیرو آن افزایش قدرت جذب آب در اثر افزایش نیتروژن و فسفر دردسترس یکی از آنهاست (Singh & Sale, 2000; Trubat *et al*., 2004). افزایش قدرت جذب آب در نهال‌های کود داده‌شده توسط Reinbott و Blevins (۱۹۹۹) هم گزارش شده است. کمبود عناصر تغذیه‌ای در نهالستان همچنین ممکن است ذخیره کربوهیدرات‌های غیرساختمانی را تحت‌تأثیر قرار دهد. Oliet و همکاران (۲۰۰۶) که به‌عنوان ذخیره انرژی محسوب شده و همچنین به‌خاطر خاصیت اسمزی در تحمل شوک انتقال نهال مؤثر هستند (Burdett, 1990). واکنش متفاوت گونه‌ها به کود در نهالستان به‌شدت اختصاصی است (Rubio *et al*., 2003). اثر کودهای مختلف شیمیایی و دامی بر رشد سه گونه نهال جنگلی در نهالستان مطالعه و مشخص شد که نیاز کودی گونه‌ها در نهالستان کلاردشت یکسان نیست (Rahmani, 2009).

در ایران تحقیقات مدونی درمورد بررسی رشد نهال‌های تغذیه‌شده در نهالستان پس از انتقال به عرصه جنگل انجام نشده است. این بررسی با این هدف که نهال‌های شیردار که در نهالستان تحت‌تیمارهای مختلف کودهای آلی و شیمیایی قرار گرفته بودند، پس از انتقال به عرصه و کاشت در جنگل چگونه رشد خواهند نمود و تأثیر کود بر رشد این نهال طی چهار سال چگونه خواهد بود، انجام شد.

مواد و روش‌ها

ویژگی‌های محل اجرای پژوهش

برای انجام این آزمایش نهالستان کلاردشت انتخاب شد. این نهالستان در ′۳۶°۲۹ عرض شمالی و ′۵۱°۶ طول شرقی وارتفاع ۱۲۵۰ متری از سطح دریا واقع شده و میزان بارندگی در این منطقه ۶۰۰ تا ۸۰۰ میلی‌متر است. خاک نهالستان رسی و اسیدیته آن ۷/۶ است. خاک نهالستان از طریق نمونه‌برداری مرکب برداشت و در آزمایشگاه خاکشناسی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور تجزیه شد. نتایج آزمایش‌های خاک نهالستان در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه خاک نهالستان کلاردشت

عمق (سانتی‌متر)	pH	بافت	رطوبت اشباع (درصد)	پتاسیم قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	کلسیم تبادلی (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	منیزیم تبادلی (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
۰-۲۰	۷/۷	رسی	۴۶/۳	۴۲۱/۱	۵۱۸۴	۷۷۸
۲۰-۴۰	۷/۶	رسی	۴۷/۲	۳۴۴	۶۰۴۸	۴۳۲

عمق (سانتی‌متر)	آهک (درصد)	CEC (meq/100g)	فسفر قابل‌جذب (ppm)	کربن آلی (درصد)	مواد آلی (درصد)	ازت (درصد)	C/N
۰-۲۰	۰/۶	۲۱/۷	۵۰	۱/۶	۳/۲۰	۰/۱۶	۱۰
۲۰-۴۰	۰/۸	۲۲/۶	۴۸	۱/۵	۳	۰/۱۲	۱۲/۵

روش بررسی در نهالستان

کودهای شیمیایی، دامی و ریزمغذی‌ها به‌صورت ۱۴ تیمار مستقل مطابق جدول ۲ و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در نهالستان اعمال شد. در تیمارهایی که کود دامی داشتند، کود دامی قبل از کاشت به خاک داده شد و با خاک مخلوط شد. کود نیتروژن در بهار در دو نوبت داده شد و کود میکرو به‌صورت مایع در دو نوبت به تیمارها اضافه شد. کود سولفات آمونیوم، سولفات پتاسیم و سوپرفسفات‌تریپل به‌ترتیب برای نیتروژن، پتاسیم و فسفر استفاده شد. کودهای سولفات پتاسیم و سوپر فسفات قبل از کاشت به خاک داده شد و با خاک مخلوط شدند و کود سولفات آمونیوم دوبار در سطح خاک داده شد. از کود گاوی هم به‌عنوان کود آلی در این آزمایش استفاده شد. برای دادن کود میکرو از کود مایع CODA- HORT- PLUS که حاوی کودهای گوگرد، آهن، روی، منگنز، مس و مولیبدن بود، استفاده شد. براساس دستورالعمل، این کود به‌میزان ۲۰ لیتر در هکتار (۰/۶ میلی‌لیتر برای ۱/۲ مترمربع مساحت هر کرت در هر نوبت) در دو نوبت در فصل بهار مصرف شد.

اندازه‌گیری طول و قطر یقه نهال‌ها در پایان فصل رشد در سال اول و دوم انجام شد. برای این منظور در وسط هر کرت آزمایشی تعداد ۳۰ نهال به‌طور تصادفی انتخاب شد و طول نهال‌ها با متر نواری و قطر آنها توسط کولیس دیجیتال با دقت میلی‌متر اندازه‌گیری شدند.

روش بررسی در عرصه جنگل

برای کاشت نهال‌ها در عرصه مناسب و همگن که بتوان نقشه کاشت را اجرا نمود و به‌دلیل محدودبودن عرصه، پنج تیمار شامل تیمارهای یک، پنج، هشت، ۱۲ و ۱۴ انتخاب و به جنگلی که پیشتر پاکتراشی شده بود، منتقل شد. برای این منظور نهال‌های دوساله به‌صورت مجزا بسته‌بندی و به عرصه موردنظر در منطقه خلارین کلاردشت منتقل و کاشته شدند. ارتفاع عرصه کشت‌شده ۱۳۶۵ متر از سطح دریا با عرض جغرافیایی ۳۶°۳۰'۸ شمالی و طول جغرافیایی ۵۱°۰۰'۴۶ شرقی بود. طرح آزمایشی پیاده‌شده در جنگل بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. تعداد نهال‌های هر کرت در هر بلوک ۲۰ نهال بود که با فاصله ۴×۴ متر کاشته شدند. ویژگی‌های رویشی شامل زنده‌مانی، طول و قطر یقه نهال‌ها در پایان فصل رشد در طول چهار سال (از ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۱) اندازه‌گیری و تأثیر تیمارها بر رشد نهال‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت.

تحلیل آماری داده‌ها

برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. ابتدا با رسم هیستوگرام‌های Boxplot اعداد پرت از داده‌ها حذف شد. سپس نرمال‌بودن داده‌ها توسط آزمون کلموگروف- سمیرنوف تست شد و تجزیه‌واریانس انجام گردید. مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون دانکن انجام شد.

جدول ۲- تیمارهای اعمال‌شده در نهالستان کلاردشت

	کود شیمیایی							دامی	شیمیایی+ دامی					
تیمار	شاهد ۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
نیتروژن (Kg/ha)	۰	۳۰	۳۰	۶۰	۶۰	۹۰	۹۰	۰	۳۰	۳۰	۶۰	۶۰	۹۰	۹۰
فسفر (Kg/ha)	۰	۴۰	۴۰	۸۰	۸۰	۱۲۰	۱۲۰	۰	۴۰	۴۰	۸۰	۸۰	۱۲۰	۱۲۰
پتاس(Kg/ha)	۰	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۹۰	۹۰	۰	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۹۰	۹۰
میکرو (L/h)	۰	۰	۲۰	۰	۲۰	۰	۲۰	۰	۲۰	۰	۰	۲۰	۰	۲۰
دامی (t/ha)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰

نتایج

بررسی رشد در نهالستان

به‌دلیل اینکه نهال‌ها در سال اول رشد کمی داشتند و برای انتقال به عرصه مناسب نبودند، نهال‌ها در پایان سال دوم به عرصه منتقل شدند. به‌همین دلیل نتایج مربوط به اندازه‌گیری‌ها در پایان دومین فصل رشد در نهالستان موردبررسی قرار گرفت. رشد ارتفاعی و قطری نهال‌ها در تیمارهای مختلف در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین ارتفاع و قطر نهال‌های تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که در تیمار هشت (تیماری که تنها کود دامی اعمال شد) نهال‌ها از رشد ارتفاعی و قطری بیشتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بودند. نهال‌های تیمار شاهد که هیچ کودی را دریافت نکرده بودند، کمترین میزان رشد طولی و قطری را داشتند. نسبت طول به قطر نهال‌های تیمار ۱۴یعنی تیماری که بیشترین مقدار کود شیمیایی و دامی را داشتند، از سایر تیمارها بیشتر بود (جدول ۴).

نهال‌های تیمارهایی که کود میکرو دریافت کرده بودند، نسبت به نهال‌های تیمارهای مشابه بدون کود میکرو در تمام موارد از رشد ارتفاعی بیشتری برخوردار بودند. در مورد رشد قطری هم در اکثر موارد همین‌طور بود. نسبت ارتفاع به قطر نهال‌هایی که کود میکرو دریافت داشتند نیز بیشتر از نهال‌هایی بود که کود میکرو در تیمار آنها استفاده نشده بود (جدول ۳). مقایسه تیمارهای مشابه با و بدون کود دامی هم نشان می‌دهد که در تمام تیمارهای مشابه که فقط اختلاف آنها در کود دامی است، نهال‌های تیماری که کود دامی داشتند، رشد طولی بیشتری نیز داشتند و درمورد رشد قطری هم در بیشتر موارد همین‌طور بوده است (جدول ۴).

جدول ۳- تجزیه‌واریانس ارتفاع و قطر نهال‌های دوساله در نهالستان

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات ارتفاع	میانگین مربعات قطر
تیمار	۱۳	۱۵۲۳/۲۱**	۹/۳۵۱**
تکرار	۲	۱۲۷۳/۷۲	۱ /۰۲۵
خطا	۸۶۷	۳۲۷/۶۵	۳/۵۴۱
کل	۸۸۲		

** معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد اطمینان

جدول ۴- مقایسه میانگین طول و قطر نهال‌های شیردار در نهالستان در پایان فصل رشد سال دوم

تیمار	ارتفاع (سانتی‌متر)	قطر (میلی‌متر)	نسبت ارتفاع به قطر
۱	۴۵/۵۷ e	۶/۹۳ f	۶۴ e
۲	۵۱/۷۰ cde	۷/۵۶ def	۶۸/۱ cde
۳	۵۹/۵۷ bc	۸/۲۱ abcd	۷۲ bcd
۴	۴۸/۲۶ de	۷/۵۷ def	۶۲/۶ e
۵	۵۵/۱۹ bcd	۸/۰۴ abcde	۶۶/۲ cde
۶	۵۳/۵۸ cde	۷/۳۰ ef	۷۱/۲ bcd
۷	۶۱/۴۶ ab	۸/۰۲ bcde	۷۷ ab
۸	۶۷/۴۸ a	۸/۸۳ a	۷۵/۶ ab
۹	۵۷/۱۱ bc	۷/۹۲ bcde	۷۲/۵ bc
۱۰	۵۳/۹۶ bcd	۸/۵۱ abc	۶۳/۶ e
۱۱	۵۲/۷۵ cd	۷/۷۷ cde	۶۷/۴ cde
۱۲	۶۵/ ۸۶ a	۸/۵۴ abc	۷۸/۱ ab
۱۳	۶۱/ ۳۸ ab	۸/۶۹ ab	۷۱/۳ bcd
۱۴	۶۶/۱۹ a	۸/۱۳ abcde	۷۹/۹ a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف یکسانی هستند، در سطح ۹۵٪ اطمینان معنی‌دار نیستند.

ویژگی‌های رویشی نهال‌ها در عرصه جنگل

ارتفاع نهال‌ها در تیمارهای مختلف در زمان کاشت تفاوت آماری نداشت و در سال اول حضور و رشد در عرصه ازنظر ارتفاع و قطر تفاوت‌هایی بین تیمارها بروز کرده است. ارتفاع نهال‌های تیمارهای مختلف در سال اول در سطح ۹۹ درصد اطمینان و قطر آنها در سطح ۹۵ درصد اطمینان معنی‌دار بود. در سال دوم قطر و در سال سوم قطر و ارتفاع نهال‌ها در سطح ۹۵ درصد اطمینان معنی‌دار بود (جدول ۴ و ۵). رشد طولی نهال‌ها در طول سه سال رشد در عرصه در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌دار آماری نداشت و رشد قطری آنها در سطح ۹۵ درصد اطمینان معنی‌دار بود (جدول ۶).

جدول ۵- تجزیه‌واریانس رشد طولی (سانتی‌متر) و قطری (میلی‌متر) نهال‌ها سال اول و دوم پس از انتقال به عرصه

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع زمان کاشت	ارتفاع سال اول	قطر سال اول	ارتفاع سال دوم	قطر سال دوم	رشد ارتفاعی	رشد قطری
تیمار	۴	۵۳۰/۰۳^{ns}	۷۱۴۸/۶۸**	۴۵/۶۴*	۸۶۵۳/۵۸^{ns}	۹۹/۶۹*	۵۶۳/۸۲^{ns}	۱۸/۸۱^{ns}
تکرار	۲	۶۸۸۴/۸۱	۲۲۰۰۸/۴۵	۴۴۴/۰۸	۲۲۶۰۶/۵۱	۶۵۷/۰۸	۱۳۱۸/۶۰	۱۳۹/۷۴
خطا	۱۹۶	۷۴۷/۳۱	۱۶۸۲/۷۷	۱۸/۹۲	۳۸۵۵/۷۶	۴۰/۹۵	۱۳۱۰/۷۸	۱۱/۸۱
کل	۲۰۳							

** معنی‌دار در سطح ۹۹٪ اطمینان؛ * معنی‌دار در سطح ۹۵٪ اطمینان و ^{ns} عدم معنی‌داری

جدول ۶- تجزیه‌واریانس رشد طولی (سانتی‌متر) و قطری (میلی‌متر) نهال‌ها در سال سوم پس از انتقال و مجموع سه سال رشد در عرصه

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع سال سوم	قطر سال سوم	رشد ارتفاعی سال سوم	رشد قطری سال سوم	رشد ارتفاعی کل	رشد قطری کل
تیمار	۴	۱۵۲۸۶/۶۳*	۲۵۷/۰۴*	۱۶۸۳/۸۸ns	۵۱/۲۲*	۳۴۵۸/۳۳ns	۱۱۹/۴۳*
تکرار	۲	۳۱۸۵۴/۱۶	۴۷۲/۴۹	۱۱۲۷/۱۴	۱۹/۶۱	۱۳۶۳/۸۰	۱۴۱/۷۴
خطا	۱۹۶	۵۲۳۷/۹۵	۸۱/۲۶	۹۱۴/۶۵	۱۵/۷۴	۲۳۱۲/۹۰	۳۸/۰۹
کل	۲۰۳						

** معنی‌دار در سطح ۹۹٪ اطمینان؛ * معنی‌دار در سطح ۹۵٪ اطمینان و ns عدم معنی‌داری

در سال اول رشد نهال‌ها در عرصه تیمار ۱۴ (N90P120K90+ کود میکرو+ کود دامی) بیشترین مقدار و شاهد کمترین مقدار ارتفاع و قطر را داشت و ازنظر میزان رشد ارتفاعی در سال اول هم نهال‌های تیمار پنج با میانگین رشد ۲۸/۶۲ سانتی‌متر بیشترین رشد طولی را داشتند. مقایسه میانگین‌ها در سال دوم رشد نهال‌های شیردار در عرصه نشان می‌دهد که ترتیب تیمارها از نظر ارتفاع و قطر یکسان بود و نهال‌های تیمارهای پنج و سه بیشترین ارتفاع و قطر را داشت و نهال‌های تیمارهای چهار و شاهد کمترین ارتفاع و قطر را داشتند. رشد این نهال‌ها در سال دوم معنی‌دار نبود (جدول ۷).

جدول ۷- مقایسه میانگین طول (سانتی‌متر) و قطر (میلی‌متر) نهال‌های شیردار در سال های اول و دوم در عرصه

تیمار	ارتفاع زمان کاشت	ارتفاع سال اول	قطر سال اول	ارتفاع سال دوم	قطر سال دوم	رشد ارتفاعی سال دوم	رشد قطری سال دوم
۱	۴۵/۶۴	۱۰۴/۵۶ c	۱۵/۵۳ b	۱۸۷/۵۸ b	۲۲/۹۵ b	۸۳/۰۲ a	۷/۴۲ ab
۵	۴۰/۸۱	۱۱۵/۹۰ bc	۱۶/۵۲ bc	۱۹۰/۲۷ b	۲۳/۱۱ b	۷۴/۳۷ a	۶/۵۹ ab
۸	۴۲/۱۸	۱۲۹/۲۱ ab	۱۶/۶۷ bc	۲۰۶/۶۹ ab	۲۴/۰۹ ab	۷۷/۴۸ a	۷/۴۱ ab
۱۲	۳۷/۴۵	۱۱۲/۷۱ bc	۱۶/۲۹ bc	۱۸۶/۰۴ b	۲۲/۱۶ b	۷۳/۳۲ a	۵/۸۶ b
۱۴	۴۸/۵۱	۱۴۰/۲۶ a	۱۸/۳۴ a	۲۲۲/۹۳ a	۲۶/۵۵ a	۸۲/۶۷ a	۸/۲۱ a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف یکسانی هستند، در سطح ۹۵٪ اطمینان معنی‌دار نیستند.

در سال سوم رشد، نهال‌ها در تیمارهای مختلف با هم اختلاف ارتفاع داشتند. تیمار ۱۴ با متوسط ارتفاع ۲۷۹/۱۲ بیشترین ارتفاع را به‌خود اختصاص داد و تفاوت آن با تیمارهای پنج، ۱۲ و شاهد معنی‌دار بود. ازنظر قطر در سال سوم نیز نهال‌های تیمارهای ۱۴ و هشت بیشترین قطر را داشتند. رشد ارتفاعی نهال‌ها نیز در سال سوم در تیمار ۱۴ بیشتر بود، ولی رشد قطری در نهال‌های تیمار هشت بیشترین مقدار بود (جدول ۸). درمجموع سه سال حضور در عرصه، نهال‌های تیمار ۱۴ بیشترین رشد طولی و قطری را داشتند، ولی تفاوت آنها با شاهد معنی‌دار نبود (جدول ۸).

جدول ۸- مقایسه میانگین طول (سانتی‌متر) و قطر (میلی‌متر) نهال‌های شیردار در سال سوم

تیمار	ارتفاع سال سوم	قطر سال سوم	رشد ارتفاعی سال سوم	رشد قطری سال سوم	رشد ارتفاعی کل	رشد قطری کل
۱	۲۳۵/۱۲ b	۳۰/۱ bc	۴۷/۵۴ ab	۸/۰۴ ab	۱۳۰/۵۶ ab	۱۵/۴۷ a
۵	۲۳۰/۵۱ b	۳۲/۰۱ abc	۴۰/۲۴ b	۸/۸۹ a	۱۱۴/۶۱ b	۱۵/۴۸ a
۸	۲۴۸/۴۷ ab	۳۳/۰۱ ab	۴۱/۷۹ ab	۸/۹۲ a	۱۱۹/۲۷ ab	۱۶/۳۳ a
۱۲	۲۳۱/۳۱ b	۲۸/۵۸ c	۴۵/۲۸ ab	۶/۴۲ b	۱۱۸/۶۰ ab	۱۲/۲۸ b
۱۴	۲۷۹/۱۲ a	۳۵/۴۳ a	۵۶/۱۹ a	۸/۸۸ a	۱۳۸/۸۷ a	۱۷/۰۹ a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف یکسانی هستند، در سطح ۹۵ درصد اطمینان معنی‌دار نیستند.

بحث

در نهالستان، نهال‌های دوساله شیردار در تیماری که فقط کود دامی دریافت کرده بوند، بیشترین رشد طولی و قطری را داشتند. رشد طولی این نهال‌ها نسبت به شاهد ۴۸ درصد و رشد قطری آنها ۲۷ درصد افزایش داشت که نشان‌دهنده واکنش بسیار مثبت این گونه به کود دامی است. Wightman و همکاران (۲۰۰۱) اثر کود در خزانه را برای سه گونه بومی در کاستاریکا بررسی کردند و گزارش نمودند که گونه *Cordia alliodora* با افزایش کود (NPK) رشد ارتفاعی و قطری و وزن خشک بیشتری نسبت به نهال‌های بدون کود داشته و گونه *Hyeronima alchorneoides* در اثر کوددهی وزن خشک بیشتری پیدا کرده، ولی اثر معنی‌داری بر رشد ارتفاعی آن نداشته است. همچنین کوددهی هیچ تأثیری بر رشد گونه *Calophyllum brasiliense* نداشته است.

نتایج بررسی رشد سالانه و رشد طولی و قطری نهال‌های شیردار در طول چهار سال در عرصه جنگل اختلاف بین تیمارهای مختلف و اختلاف در رشد در سال‌های مختلف را نشان می‌دهد. به‌نظر می‌رسد بیشترین تأثیر تیمارهای کودی در نهالستان بر رشد ارتفاع نهال‌ها در سال اول رشد در عرصه بوده است و نهال‌های تیمار ۱۴ که مخلوطی از کود دامی و شیمیایی را دربرداشته با شاهد که هیچ کودی را دریافت نکرده بود، ۳۴ درصد ارتفاع بیشتری داشتند. اختلاف ارتفاع نهال‌های تیمار هشت که تنها کود دامی دریافت کرده بودند، با شاهد ۳۱ درصد بوده است. استقرار و رشد نهال‌ها در سال اول در عرصه از اهمیت زیادی برخوردار است. در انتقال نهال‌های ریشه‌لخت به عرصه جنگل در سال اول به‌دلیل شوک وارده به نهال و همچنین حضور علف‌های هرز به‌علت پاکتراشی عرصه و رقابت نهال‌ها با آنها، رشد طولی و قطری اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کنند. تنش خشکی و مواد غذایی در این شرایط واکنش نهال را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (Struve & Joly, 1992; McMillin & Wagner, 1995). به‌علت این شوک و استرس نهال‌های ریشه‌لخت در سال اول و دوم تا زمانی‌که سیستم ریشه خوب رشد کند و بتواند آب و مواد غذایی را از خاک جذب کند، رشد کمی دارند (Rietveld, 1989). بنابراین تیماری که بتواند در سال‌های اول و دوم این شوک را کاهش داده و رشد را افزایش دهد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و به‌نظر می‌رسد تیمارهای ۱۴ و هشت در این آزمایش توانسته باشند شوک مواد غذایی را در سال اول و دوم که سیستم ریشه هنوز خوب گسترش پیدا نکرده است، جبران کنند.

در سال دوم رشد نهال‌های شیردار در عرصه، تنها ازنظر قطر اختلاف بین تیمارها معنی‌دار بود و نهال‌های تیمارهای ۱۴ و هشت بیشترین قطر را به‌خود اختصاص دادند. تأثیر تیمارها در سال‌های بعد هم ادامه داشت، اما شدت این تأثیرات کمتر شد و به‌نظر می‌رسد با گسترش سیستم ریشه در سال‌های بعد از تأثیر تیمارهای اعمال‌شده بر روند رشد کاسته شده است.Byrnes و Braun (۱۹۸۲) هم گزارش کردند که ارتفاع و قطر برابرسینه در گردوی سیاه ۱۲ ساله که به فواصل یک، دو و شش سال کوددهی شده بود، با درختان شاهد یکسان بود.

در سال سوم هم نهال‌های تیمارهای ۱۴ و هشت بیشترین ارتفاع و قطر را داشتند و میزان رشد قطری سالانه در تیمار پنج با ۸/۹۲ میلی‌متر رشد بیشترین مقدار بود. Chang (۲۰۰۳) هم گزارش کرد که دو ماه پس از کوددهی با ازت و فسفر، ارتفاع نهال‌های *Liqidambar styraciflua* به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر کود ازته قرار گرفته است و کود فسفره قطر را افزایش داده است، ولی بر ارتفاع تأثیری نداشته است. گزارش‌های متفاوتی هم وجود دارد که تیمارهای کودی رشد طولی را بیشتر تحت‌تأثیر قرار داده است. در تحقیقی تأثیر کودهای شیمیایی و دامی بر رشد نهال‌های بلندمازو (*Quercus castaneifolia*) در نهالستان شهرپشت در نوشهر و نهالستان کلوده در آمل آزمایش و گزارش شد که در هر دو نهالستان اعمال تیمارهای کودی سبب افزایش رشد شد، ولی در هر دو نهالستان رشد طولی نهال‌ها بیشتر از رشد قطری تحت‌تأثیر تیمارهای اعمال‌شده قرار داشت (Rahmani & Khoshnevis, 2005).

به‌طور کلی نقش تیمارهای کودی در رشد نهال‌های شیردار در سال‌های اول و دوم پس از انتقال به جنگل بیشتر مشهود بود. در سال اول رشد نهال‌ها در عرصه که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و رشد بیشتر نهال‌ها در استقرار و رقابت با علف‌های هرز اهمیت بیشتری دارد، نهال‌های تیمار ۱۴ که کود دامی و شیمیایی ماکرو و میکرو را در خود داشتند، بیشترین رشد را داشتند. درمجموع تأثیر کود دامی در رشد نهال‌ها بسیار مثبت و مؤثر بود و غیر از سال اول، در سال‌های بعدی نهال‌ها در دو تیمار ۱۴ (کود دامی و شیمیایی) و هشت (کود دامی به‌تنهایی) تفاوت معنی‌داری نداشتند. بنابراین اگر در عرصه موردنظر برای جنگلکاری علف‌های هرز زیادی وجود دارد و رشد سال اول نهال‌ها برای رقابت اهمیت زیادی دارد، بهتر است در نهالستان ترکیب کودی شماره ۱۴ استفاده شود، در غیراین‌صورت دادن کود دامی برای تولید نهال‌های خوب با آینده رشد مناسب در عرصه در شرایط مشابه این آزمایش کفایت خواهد کرد. کود دامی علاوه بر بهبود وضعیت تغذیه‌ای بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک هم اثر مثبت دارد (Mirzaei *et al*., 2009; Zarinkafsh, 2002) و با بهبود خصوصیات فیزیکی، رشد سیستم ریشه‌ای نهال بهتر شده و از این طریق هم بر رشد نهال در نهالستان و رشد بعدی آن در عرصه می‌تواند مؤثر باشد.

References

- Braun, J.M. and Byrnes, W.R. 1982. Growth of black walnut in a fertilized plantation. In: Black Walnut for the Future. USDA Forest Service, North Central Research Station, St. Paul, MN, GTR-NC-74: 97-104.
- Burdett, A.N. 1990. Physiological processes in plantation establishment and the development of specifications for forest planting stock. Canadian Journal of Forest Research, 20: 415-427.
- Chang, S.X. 2003. Seedling sweetgum (*Liquidambar styraciflua* L.) half-sib family response to N and P fertilization: growth, leaf area, net photosynthesis and nutrient uptake. Forest Ecology and Management, 173: 281-291.
- Jacobs, D.F., Ross-Davis, A. and Davis, A.S. 2004. Establishment success of conservation tree plantations in relation to silvicultural practices in Indiana. USA New Forest, 28: 23-36.
- McMillin, J.D. and Wagner, M.R. 1995. Effects of water stress on biomass partitioning of ponderosa pine seedlings during primary root growth and shoot growth periods. Forest Science, 41: 594-610.
- Mirzaei, R., Kambozia, J., Sabahi, H. and Mahdavi, A. 2009. Effect of different organic fertilizers on soil physicochemical properties, production and biomass yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 7: 257-268 (In Persian).
- Oliet, J.A., Planelles, R., López, M. and Artero, F. 1997. Efecto de la fertilización en vivero sobre la supervivencia en plantación de *Pinus halepensis* Mill. Investigaciones Agrarias: Sistema y Recursos Forestales, 8: 207-228 (In Italian).
- Oliet, J., Valdecantos, A., Puértolas, J. and Trubat, R. 2006. Influencia del estado

Results and Policy Implications, Vol. 2: 397-406.
- Singh, D.K. and Sale, P.W.G. 2000. Growth and potential conductivity of white clover roots in dry soil with increasing phosphorus supply and defoliation frequency. Agronomy Journal, 92: 868-874.
- Struve, D.K. and Joly, R.J. 1992. Transplanted red oak seedlings mediate transplant shock by reducing leaf surface area and altering carbon allocation. Canadian Journal of Forest Research, 22: 1441-1448.
- Trubat, R., Cortina, J. and Vilagrosa, A. 2004. Estado nutricional y establecimiento de especies len˜osas en ambiente semiárido. Cuadernos de la SECF, 17: 245-251 (In Italian).
- Trubat, R., Cortina J. and Vilagrosa, A. 2010. Nursery fertilization affects seedling traits but not field performance in *Quercus suber* L. Journal of Arid Environments, 74: 491-497.
- van den Driessche, R. 1985. Late-season fertilization, mineral nutrient reserves, and retranslocation in planted Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.) Franco seedlings. Forest Science, 31: 485-496.
- Santiago, L.S., Wright, S.J., Harms, K.E., Yavitt, J.B., Korine, K., Milton, N., Garcia, M.N. and Turner, B.L. 2012. Tropical tree seedling growth responses to nitrogen, phosphorus and potassium addition. Journal of Ecology, 100: 309-316.
- Vilagrosa, A., Cortina, J., Gil-Pelegrı´n, E. and Bellot, J., 2003. Suitability of drought-preconditioning techniques in Mediterranean climate. Restoration Ecology, 1(1): 208-216.
- Villar-Salvador, P., Planelles, R., Enrique, E. and Pen˜uelas, J.R. 2004. Nursery cultivation regimes, plant functional attributes, and field performance relationships in the Mediterranean oak *Quercus ilex* L. Forest Ecology and Management, 196: 257-266.
- Wightman, K.E., Shear, T., Goldfarb, B. and Haggar, J. 2001. Nursery and field establishment techniques to improve seedling growth of three Costa Rican hardwoods. New Forests, 22: 75-96.
- Zarinkafsh, M. 2002. Forestry Soil. Published by Research Institute of Forest and Rangeland, 361p (In Persian).

nutricional y el contenido en carbohidratos en el establecimiento de las plantaciones. In: Cortina, J., Penuelas, J.L., Puértolas, J., Vilagrosa, A. and Savé, R. (Eds.), Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes Mediterráneos. Estado actual de conocimientos. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid: 109-111 (In Italian).
- Rahmani, A. 2009. Investigation on effect of different chemical and manure fertilizers on three forest species seedling at high altitude nurseries and comparing their growth after transplanting into field. Final Report of Research Project, Published by Research Institute of Forest and rangeland, Tehran, Iran, 28p (In Persian).
- Rahmani, A. and Khoshnevis, M. 2005. Effects of different chemical and livestock fertilizers on growth of Caucasian oak seedlings in two nurseries at Caspian Region of Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 13: 1-16 (In Persian).
- Rahmani, A. 2003. Effects of different fertilizers on growth and nutrient uptake of seedlings in two nurseries at Caspian region of Iran. Final Report of Research Project, Published by Research Institute of Forest and Rangeland, Tehran, Iran, 36p (In Persian).
- Reinbott, T.M. and Blevins, D.G. 1999. Phosphorus nutritional effects on root hydraulic conductance, xylem water flow and flux of magnesium and calcium in squash plants. Plant and Soil, 209: 263-273.
- Rietveld, R. 1989. Transplanting stress in bare root conifer seedlings: its development and progression to establishment. Northern Journal of Applied Forestry, 6: 99-107.
- Rubio, G., Zhu, J.M. and Lynch, J.P. 2003. A critical test of the two prevailing theories of plant response to nutrient availability. American Journal of Botany, 90: 143-152.
- Seva, J.P., Valdecantos, A., Vilagrosa, A., Cortina, J., Bellot, J. and Vallejo, V.R. 2000. Seedling morphology and survival in some Mediterranean tree and shrub species. EC Report EUR 19303, Brussels. In: Balabanis, P., Peter, D., Ghazi, A. and Tsogas, M. (Eds.), Mediterranean Desertification. Research

The effects of nutrient enrichment on nursery and field growth of Cappadocian Maple (*Acer cappadocicum*) saplings

A. Rahmani[1*], M. Hassani[2], M. Khoshnevis[3] and M. Nourshad[4]

1* Corresponding author, Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I.R. Iran.
E-mail: arahmani@rifr-ac.ir
2- Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I.R. Iran.
3- Senior Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I.R. Iran.
4- Research Expert, Forests, Ranges and Watershed Management Organization, Tehran, I.R. Iran.

Received: 10.07.2013 Accepted: 02.15.2014

Abstract

Growth and nutrient dynamics of bare-root Cappadocian Maple (*Acer cappadocicum*) seedlings were investigated in a two-year period in a Kelardasht nursery as well as four seasons after field plantation to assess the effects of nursery fertilization regimes. During the nursery period, NPK and Micronutrient (as chemical treatments) and manure (as organic treatment) were used in different dosages. The transplantation was then established in a randomized complete block design with replicates in three blocks. Twenty randomly-selected saplings per treatment were planted in planting holes. In a 4-year period, sapling stem height and diameter were monitored for all saplings at the end of each growth season. In nursery, the greatest sapling growth rate was observed at manure treatment. The results of 2-year nursery rotation showed that the highest height growth of first year after planting saplings was achieved at the treatment comprised of 90 kg/ha N, 120 Kg/h P, 90 Kg/ha K, 30 t/ha manure and 20 L/ha microelement. The largest height and diameter growth of two- and three- year old saplings were achieved at treatments with both chemical and manure. However, no significant difference was shown for those that solely received manure treatment.

Keywords: Sapling, fertilizer, Kelardasht forest, *Acer cappadocicum*, nursery, growth.