

اثر تیمارهای مختلف کودی در افزایش توان تولید چوب صنوبر

ابراهیم لشکربلوکی^{۱*}، علیرضا مدیررحمتی^۲، احسان کهنه^۳، رضا باقری^۴، سیدعبدا.. موسوی کوپری^۵ و

سیده زهرا سیدجوادی^۶

*۱- نویسنده مسئول، مربی پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، رشت، ایران. پست الکترونیک: e.boloukii@yahoo.com

۲- دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ایران.

۳- کارشناس ارشد پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، رشت، ایران.

۴- کارشناس ارشد پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ایران.

۵- استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، رشت، ایران.

۶- کارشناس کتابدار، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران.

تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۴/۲۹

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۹/۰۹

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثر تیمارهای مختلف کودی بر کلن *Populus deltoides* 69/55 در اراضی ایستگاه تحقیقاتی زراعی فخرآباد لشت‌نشاء در سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰ اجرا شد. قالب آماری طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و پنج تیمار کود بود. تیمارهای کودی شامل NPK94، NPK47، NP94، NP47 و ۴۷ و ۹۴ کیلوگرم ترکیب کودی در هکتار) و شاهد بود. پس از انتخاب و آماده‌سازی زمین، نهال‌های یک‌ساله براساس نقشه کاشت غرس شدند. در پایان هر فصل رویشی، کمیت‌های رشد شامل قطر برابرسینه و ارتفاع درختان اندازه‌گیری شد. داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS، مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. نتایج این بررسی نشان داد که مقادیر کود مصرفی را می‌توان در سه گروه دسته‌بندی نمود. تیمار یک (۹۴ کیلوگرم در هکتار NPK) با تولید ۲۷/۹۶ مترمکعب چوب در هکتار در سال در گروه نخست و تیمار چهار (۴۷ کیلوگرم در هکتار NP) با تولید ۲۳/۶۲ مترمکعب در گروه آخر قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: تغذیه، تولید در هکتار، صنوبر، فسفر، کوددهی، نیتروژن.

مقدمه

چوب نخستین ماده مصرفی بشر بوده است که ماده اولیه صنعت عظیم کاغذسازی، مبلمان منازل، تخته‌خرده چوب، فیبر، مقوا، صنایع سلولزی و صدها ماده شیمیایی دیگر محسوب می‌شود. جنگل‌ها زمانی طولانی تنها منبع تولید چوب تلقی می‌شدند، ولی طی سالیان گذشته از نظر کمی و کیفی دچار مخاطرات جدی شده و تحمل بهره‌برداری بیشتر

را ندارند. برای رهایی از فشار بیشتر بر عرصه‌های ارزشمند جنگلی موجود، باید تولید چوب باید با کشت درختان تندرشد تحت عنوان زراعت چوب (Ligniculture) مورد توجه قرار گیرد. زراعت چوب زمانی قرین موفقیت می‌شود که سه فاکتور مهم کلن اصلاح‌شده (Proven clone)، اراضی مناسب (High quality site) و مراقبت‌های ویژه (Intensive tending) در آن رعایت شود. تغذیه بهینه

گونه‌های *Populus nigra* و *P. canadensis* را بررسی و بیان نمود که مقدار زیتین‌ریبوتید که ماده متابولیسم سیتوکینین است تا ۲۱/۵۶ برابر افزایش یافته است (Weilun, 1988). تحت بسیاری از شرایط، کودها برای ارتقاء تولید، افزایش نرخ رشد و بهره‌وری استفاده می‌شوند. مشاهدات تحقیقاتی نشان می‌دهد که پاسخ صنوبر به حضور نیتروژن ممکن است اثرات مشخص‌شده‌ای را بر تشکیل آوند چوبی ثانویه داشته باشد (Frederic et al., 2007). در مطالعه‌ای که در مورد صنوبرکاری با قلمه‌های ریشه‌دار شده چهار کلن صنوبر هیبرید انجام شده و با کود نیتروژن پرورش داده شدند، درختان صنوبر رشد قطری بیشتری را نشان دادند (Neil & Booth, 2008). کاربرد نیتروژن موجب افزایش رشد قطری درختان در همه طبقات تاج‌پوشش است (Debell et al., 1975). تحلیل ساختاری چوب نشان داد که کانال‌های یونی در تنظیم تشکیل چوب درگیر یک چالش مهم بیوتکنولوژی خواهند بود که نسل درختان تراریخته با اصلاح کانال کاتیون پتاسیم به‌منظور تغییر ساختار چوب و در نتیجه بهینه‌سازی خواص چوب را ممکن می‌سازد (Fromm & Hedrich, 2007). همچنین تحقیق دیگری نشان داد که رشد ارتفاعی نهال‌ها پس از کوددهی و رشد قطری سه سال پس از آن تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد دارند (Rahmani, 2001). گزارش شده است که میانگین غلظت فسفر در برگ از ۱/۶ تا ۱/۸ میلی‌گرم در یک گرم ماده خشک برگ برای رشد نرمال در گونه *P. tremula tremuloides* و *P. trichocarpa* ضروری به‌نظر می‌رسد، به‌علاوه غلظت کمی پایین‌تر فسفر (۱ تا ۱/۳ میلی‌گرم در هر گرم ماده خشک برگ) برای تغذیه مناسب هر دو گونه مذکور کافی است (Juga et al., 1999). این تحقیق با هدف افزایش تولید در هکتار چوب صنوبر با مصرف کود NPK تدوین و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

مشخصات جغرافیایی و خاکشناسی محل اجرای طرح ایستگاه تحقیقات زراعی لشت‌نشاء در کیلومتر سه شمال

صنوبر شرط اصلی بهبود کمی و کیفی محصول (چوب) است.

استان گیلان از استان‌های پیشرو در توسعه کیفی صنوبر در کشور بوده و تولید چوب صنوبر آن حدود ۴۶٪ کل تولید کشور است (Asareh, 2008). به‌منظور افزایش هرچه بیشتر راندمان تولید لازم است همانند سایر محصولات کشاورزی مسئله تغذیه در صنوبرکاری مورد توجه قرار گیرد. تاکنون مقدار کود مصرفی موردنیاز برای برخی گیاهان زراعی و همچنین درختان میوه تعیین شده است که مقدار عناصر حاصلخیزکننده خاک را برحسب واحد در ۱۰۰ کیلوگرم از کود مصرفی معرفی می‌کند (Ebrahimzadeh, 1982). کود موجب تقویت عناصر تشکیل‌دهنده بافت گیاهی می‌شود. دیواره سلولی گیاهان متشکل از سلولز و لیگنین است که با مقدار کم نیتروژن، درختان نمی‌توانند به‌اندازه کافی سلولز و لیگنین در دیواره سلولی خویش تشکیل دهند (Salardini, 1983). هدف از استعمال کود در قلمستان‌های صنوبر (نهایستان)، نگهداری حاصلخیزی خاک است (Haji Mirsadeghi, 1985). نتایج بررسی تأثیر میزان کوددهی عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر جنگلکاری مصنوعی کاج بادامی (*Pinus pinea*) نشان داد که کودهای اوره، سوپرفسفات و کلرور پتاسیم به‌طور توأم بر رشد سوزن و رشد ارتفاع تأثیر معنی‌دار دارد و همچنین مهمترین عنصر محدودکننده رشد، نیتروژن است (Razavi et al., 2006). در تحقیقات انجام‌شده مشخص شد که افزودن مقدار ۱۲۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم P_2O_5 و همین مقدار K_2O در هکتار قبل از شخم به خاک، برای توسعه شبکه ریشه‌دوانی و تسریع رشد صنوبر تبریزی توصیه شده است (Habibi, 1992). نیاز کودی صنوبرهای *P.euramericana* triplo، $P.e. 561/41$ و *P.d.69/55* در سیستم بهره‌برداری کوتاه‌مدت Short rotation (دو، سه و چهارساله بررسی شد و نتایج نشان داد که مقادیر بیشتر نیتروژن و فسفر خالص سبب تفاوت معنی‌داری در رویش قطری و ارتفاع در سال اول می‌شود (Bagheri et al., 2011). بررسی دیگری اثرات مقادیر نیتروژن بر سیتوکینین برگ‌های صنوبر هیبرید بین

آلی ۲/۴۲ درصد، ازت ۰/۱۵ درصد، فسفر ۹/۸ (mg/kg)، پتاسیم ۱۶۷/۴ (mg/kg)، شن ۲۷/۸ درصد، سیلت ۴۳/۶ درصد و رس ۲۸/۶ درصد.

روش پژوهش

این تحقیق در زمینی به مساحت تقریبی ۱/۲ هکتار اجرا شد. قبل از اجرای طرح، قطعه آزمایشی شخم زده شد و سپس اقدام به حفر چاله‌هایی به ابعاد ۵۰×۵۰×۵۰ سانتی‌متر شد. تعداد نهال صنوبر در این طرح ۳۵۷ اصله با فاصله کاشت ۴×۴ متر بود. این طرح در قالب آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و پنج تیمار مطابق جدول ۱ به اجرا درآمد.

شهرستان لشت‌نشاء استان گیلان قرار دارد. از نظر هواشناسی این ناحیه دارای اقلیم نیمه‌مرطوب و معتدل است. حداقل رطوبت نسبی در منطقه بین ۷۰ تا ۷۵ درصد و متوسط حداکثر آن معمولاً بین ۸۷ تا ۹۰ درصد متغیر است. سایر مشخصات جغرافیایی منطقه عبارتند از: ارتفاع از سطح دریا ۹ - متر، عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۳ دقیقه و ۴/۴ ثانیه شمالی، طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۲ دقیقه و ۴۵/۴ ثانیه شرقی، میزان بارندگی سالانه ۱۴۶۹ میلی‌متر و میانگین درجه‌حرارت سالانه ۲۷ درجه سانتی‌گراد (Karimi, 2000). برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه نیز عبارتند از: اسیدیته ۷/۲۱، شوری ۰/۱۸ (dS/m)، کربن

جدول ۱- تیمارهای مختلف کودی و مقادیر وزنی آنها

کد تیمار	ترکیب کودی	اختلاط	کود برای هر درخت (گرم)	کود مصرفی در هکتار (کیلوگرم)
۱	NPK94*	۱:۲:۱	۱۵۰	۹۴
۲	NPK47	۱:۲:۱	۷۵	۴۷
۳	NP94	۱:۲:۰	۱۵۰	۹۴
۴	NP47	۱:۲:۰	۷۵	۴۷
۵	شاهد	۰:۰:۰	صفر	صفر

* نیتروژن به صورت ترکیب اوره (۴۶٪ N)، فسفر به صورت ترکیب سوپرفسفات تریپل (۴۵٪ P₂O₅)، پتاسیم به صورت ترکیب سولفات پتاسیم (۵۰٪ K₂O)، ۹۴ و ۴۷ مقدار کود مصرفی بر حسب کیلوگرم در هکتار

هکتار سالانه در این طرح تعیین شد. حجم از رابطه $V / 4$ $(\pi d^2 hf)$ محاسبه شد که در آن V حجم بر حسب مترمکعب، d و h به ترتیب قطر و ارتفاع بر حسب متر و f ضریب شکل درختان است که ۰/۵ منظور شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD انجام شد.

نتایج

نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری‌های سالانه قطر، ارتفاع و تولید حجمی چوب در جدول ۲ ارائه شده است.

انجام تیمار کودی هر ساله در اوایل اردیبهشت هم‌زمان با باز شدن کامل جوانه و تشکیل کامل برگ‌ها بود. کوددهی با حفر چاله در دو طرف تنه درخت و در سایه‌انداز درختان به عمق ۱۵ الی ۲۰ سانتی‌متر انجام شد. کودها در چاله‌ها قرار گرفتند و بعد از آن کودها خاکپوش شدند. در طول زمان اجرای طرح، علف‌تراشی به‌طور سالانه و به صورت مکانیکی انجام شد. در پایان هر فصل رویش، قطر برابر سینه و ارتفاع درختان اندازه‌گیری شد. رشد سالانه قطری و ارتفاعی، رویش جاری، رویش کل و رویش متوسط محاسبه شد. همچنین میزان موجودی توده برآورد و میزان تولید در

جدول ۲- مقادیر قطر (سانتی متر)، ارتفاع (متر) و حجم (مترمکعب) درختان صنوبر طی سال‌های تحقیق

تیمار کودی	۱۳۸۶			۱۳۸۷			۱۳۸۸			۱۳۸۹			۱۳۹۰		
	قطر	ارتفاع	حجم	قطر	ارتفاع	حجم	قطر	ارتفاع	حجم	قطر	ارتفاع	حجم	قطر	ارتفاع	حجم
NPK94	۳/۵۴	۳/۵۴	۱/۳۹۴	۸/۳	۷/۵۷	۶/۶۴	۱۲/۷۶	۱۱/۲۶	۱۵/۶۳	۱۵/۵۴	۱۴/۶۱	۲۰/۹۷	۱۸/۶۷	۱۵/۸۹	۲۷/۹۷
NPK47	۳/۶۷	۳/۶۷	۱/۳۱۰	۸/۰۳	۷/۸۱	۶/۳۳	۱۲/۳۱	۱۱/۶۷	۱۴/۶	۱۵/۶۳	۱۴/۱۹	۲۱/۵۵	۱۸/۷۸	۱۵/۹۴	۲۷/۸۹
NP94	۳/۴۶	۳/۴۶	۱/۰۸۸	۷/۳۹	۷/۱۷	۴/۷۹	۱۱/۹۲	۱۱/۰۴	۱۲/۹۱	۱۵/۰۲	۱۴/۲۵	۱۸/۲۱	۱۸/۵۷	۱۵/۲۴	۲۴/۶۳
NP47	۳/۴۱	۳/۴۱	۱/۰۴۰	۷/۳	۷/۲۱	۴/۸۶	۱۱/۶۷	۱۰/۲۷	۱۱/۶	۱۴/۵۹	۱۲/۷۶	۱۶/۸۴	۱۷/۶۹	۱۵/۱۹	۲۳/۶۲
شاهد	۳/۶۶	۳/۶۶	۱/۵۲۸	۸/۵	۷/۶۷	۶/۹۸	۱۲/۷	۱۰/۷۳	۱۴/۷	۱۵/۲۵	۱۳/۵۱	۱۹/۶۹	۱۸/۱۵	۱۵/۵۶	۲۵/۶۱

رشد قطری درختان

مقادیر میانگین رشد قطری در تیمار NPK با مقدار ۹۴ کیلوگرم در هکتار ۱۸/۷ سانتی متر در سال‌های اجرای طرح (۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰) از بیشترین مقدار برخوردار بود، درحالی‌که تیمار NP با مقدار ۴۷ کیلوگرم در هکتار با میانگین قطری ۱۷/۶ سانتی متر کمترین مقدار رشد قطری را داشت. این مقدار رشد قطری (تیمار ۴) کمتر از میزان رشد قطری تیمار شاهد است که کودی مصرف نشده است (۱۸/۱ سانتی متر). اختلاف آماری میانگین قطر درختان در تیمارهای مختلف معنی دار بود (جدول ۳ و شکل ۱).

رشد ارتفاعی درختان

در پایان دوره طرح، تیمارهای NPK94 و NPK47 به ترتیب با ۱۵/۹۳ و ۱۵/۸۹ متر بیشترین رشد ارتفاعی را داشتند، درحالی‌که تیمارهای دیگر در ردیف‌های پایین تر قرار گرفتند. تجزیه واریانس میانگین ارتفاع درختان، اختلاف معنی داری را در سطح اطمینان ۹۵ درصد بین تیمارهای کودی نشان داد (جدول ۴). همچنین آزمون LSD نشان داد تیمارهای NPK47 و NPK94 با بیشترین میانگین ارتفاع در گروه نخست قرار می‌گیرند (شکل ۲).

جدول ۳ - آنالیز واریانس میانگین قطر درختان در تیمارهای مختلف

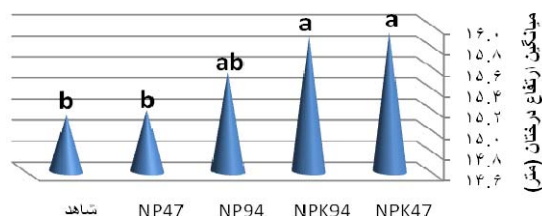
منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	کود	
				F	میانگین مربعات
تیمار	۴	۱۵/۳۳	۳/۸۳	۲/۲۶*	
خطا	۱۳۰	۲۱۶/۹۸	۱/۶۹		
کل	۱۳۴	۲۵۷/۰۵			

جدول ۴ - آنالیز واریانس میانگین ارتفاع درختان در تیمارهای مختلف کودی

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مختلف کودی	
				F	میانگین مربعات
تیمار	۴	۱۵/۵۴	۳/۸۹	۲/۰۹*	
خطا	۱۳۰	۲۴۱/۹۸	۱/۸۶		
کل	۱۳۴	۲۵۷/۵۴			

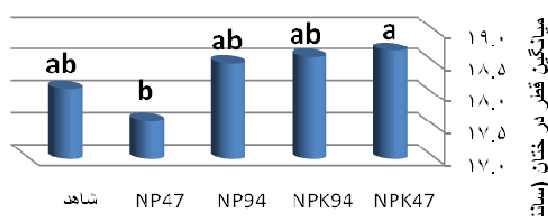
* اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد

* اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد



تیمارهای کودی (کیلوگرم در هکتار در سال)

شکل ۲- مقایسه میانگین ارتفاع درختان در تیمارهای مختلف کودی



تیمارهای کودی (کیلوگرم در هکتار در سال)

شکل ۱- مقایسه میانگین قطر درختان در تیمارهای مختلف کودی

حجم کل

میانگین حجم کل برحسب مترمکعب در هکتار محاسبه شده نشان داد که تیمارهای NPK47 و NPK94 به ترتیب با ۱۳۹/۸۴ و ۱۳۹/۴۶ بیشترین تولید حجمی را داشتند (شکل ۴). میانگین حجم در تیمارهای مختلف کودی دارای اختلاف معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد بود (جدول ۵).

رویش حجمی (۲۷/۹۶ مترمکعب در سال) و تیمار چهار (NP ۴۷) کمترین رویش حجمی سالانه (۲۳/۶۲ مترمکعب در هکتار) را داشتند. نکته جالب آنکه رویش حجمی در تیمار شاهد (پنج) از تیمار چهار بیشتر بود (جدول ۷).

جدول ۶- آنالیز واریانس رویش متوسط حجمی درختان در تیمارهای

مختلف کودی				
F	میانگین	مجموع	درجه	منابع
	مربعات	مربعات	آزادی	تغییرات
۱/۹۸*	۸۷/۶۴	۳۵۰/۵۹	۴	تیمار
	۴۳/۸۸	۵۶۱۶/۷۱	۱۲۸	خطا
		۶۱۹۱/۲۸	۱۳۲	کل

* اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد

جدول ۵- آنالیز واریانس میانگین حجم کل درختان در تیمارهای

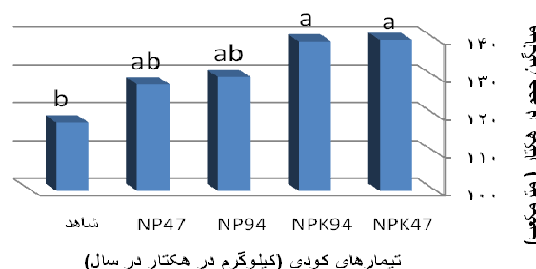
مختلف کودی				
F	میانگین	مجموع	درجه	منبع
	مربعات	مربعات	آزادی	تغییرات
۲/۸۶*	۲۱۹۷/۷۲	۸۷۹۰/۸۸	۴	تیمار
	۱۱۰۹/۰۵	۱۴۱۹۵۸/۵	۱۳۰	خطا
		۱۵۶۶۱۶/۶۳	۱۳۴	کل

* اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد

جدول ۷- مقایسه میانگین رویش متوسط حجمی درختان در تیمارهای

مختلف کودی		
گروه بندی	رویش حجمی (مترمکعب در هکتار و در سال)	تیمار کودی
a	۲۷/۹۶	NPK94
a	۲۷/۸۹	NPK47
ab	۲۶/۱۲	NP94
ab	۲۵/۶۱	شاهد
b	۲۳/۶۲	NP47

اعداد دارای حرف غیرمشترک در سطح اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معنی دار دارند.



شکل ۳- مقایسه میانگین حجم کل درختان در تیمارهای مختلف

کودی

بحث

گزارش‌های موجود، مصرف کود برای اهداف زراعی و باغداری را مثبت ارزیابی می‌کنند (Jalali, 1999 & Malakooti). در این تحقیق تیمار کودی ۴۷ کیلوگرم در هکتار NPK با مقدار میانگین رشد قطری ۱۸/۶۷ سانتی‌متر بیشترین رشد قطری را نشان می‌دهد، ولی تیمار چهار با مصرف کود NP به مقدار ۴۷ کیلوگرم در هکتار، رویش قطری کمتری از تیمار شاهد داشته است که البته تا سال سوم (۱۳۸۸) این کاهش ادامه داشت (جدول ۲). اثرات کوددهی

رویش متوسط حجمی (تولید در هکتار سالانه) در سال پایانی طرح، رویش متوسط حجمی درختان مورد بررسی و تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. این بررسی نشان داد که اثرات کود توانسته است موجب افزایش تولید در هکتار بیشتر چوب صنوبر شود. براساس تجزیه واریانس (جدول ۶) رویش متوسط حجمی (تولید در هکتار سالانه) تیمارها اختلاف معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد با شاهد نشان می‌دهد. تیمار یک (NPK ۹۴) بیشترین متوسط

درختان وقتی مثبت ارزیابی می‌شود که کمبود مواد تغذیه‌ای درختان را برطرف سازد. این مسئله دلالت می‌کند بر اینکه اثربخشی کود وقتی مثبت است که از حداقل نیاز موردانتظار درختان کمتر نباشد. نتایج برگرفته از تحقیقات انجام شده، بیان می‌دارد که مقادیر بیشتر نیتروژن و فسفر سبب تفاوت معنی‌داری در رویش قطری و ارتفاعی درختان در سال اول می‌شود (Baghari et al., 2011)، درحالی‌که در تحقیقات دیگری پاسخ درختان به کوددهی در سال‌های نخست منفی گزارش شده و مصرف کود نیتروژنه سبب کاهش رشد و فعالیت فتوسنتزی درختان ذکر شده است (Des Rochers et al., 2006). به‌نظر می‌رسد این نتیجه ناشی از مصرف کود کمتر از حداقل نیاز مصرفی موردانتظار درختان بوده است. براساس نتایج پژوهش پیش‌رو، رشد ارتفاعی درختان نیز به تیمارهای کودی پاسخ مثبت داده است. مصرف کود NPK در دو سطح مصرفی (۴۷ و ۹۴ کیلوگرم درهکتار) سبب بیشترین رویش ارتفاعی به‌مقدار به‌ترتیب ۱۵/۹۳ و ۱۵/۸۹ متر شد. اثر تیمارهای کودی NP برای درختان از نظر رشد ارتفاعی کمتر از تیمار شاهد بود و فقط در سال پنجم اثرگذاری این تیمار بر شاهد پیشی گرفت (جدول ۳). این نتیجه‌گیری با نتایج پژوهش دیگری که کوددهی را موجب ایجاد تفاوت معنی‌داری در رویش قطر و ارتفاع در سال اول دانسته است (Bagheri et al., 2011)، به‌جز در تیمار چهارم (NP به‌مقدار ۴۷ کیلوگرم در هکتار) انطباق دارد. همچنین مصرف کود اوره و فسفات و کلروپتاسیم بر رشد ارتفاعی درختان سوزنی‌برگ کاج بادامی تأثیرات معنی‌داری را نشان داده است (Razavi et al., 2006). در تأیید این نتیجه Frederic و همکاران (۲۰۰۷) نیز مصرف کودهای نیتروژن‌دار را موجب افزایش میزان رشد و بهره‌وری کاشت درختان می‌دانند. اثر کودها برفرایند رشد ارتفاعی و قطری نهال‌های کاج جنگلی نیز مثبت ارزیابی شده است (Rahmani, 2001).

سطح مصرفی آن، پایین‌تر از دو تیمار فوق قرار گرفته‌اند. به استناد پژوهش‌های انجام‌شده، مصرف کودهای نیتروژن‌دار موجب افزایش میزان رشد و بهره‌وری کاشت درختان شده است (Fredric et al., 2007) که با نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق مطابقت دارد. متوسط رویش حجمی (تولید در هکتار سالانه) برای کود NPK با مقادیر مصرفی ۹۴ و ۴۷ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین تولید محصول چوب به مقدار به‌ترتیب ۲۷/۹۶ و ۲۷/۸۹ مترمکعب در سال بوده است. در تحقیقی که درمورد مصرف کودهای NPK در دوره‌های بهره‌برداری کوتاه‌مدت صنوبر انجام شده است، نتیجه‌گیری شد که در سال سوم هیچیک از ترکیبات کودی توانسته‌اند سبب تفاوت معنی‌داری در شاخص رویش حجمی درختان شوند (Bagheri et al., 2011). همچنین استفاده از کود هم بر رشد سوزن و هم بر رشد ارتفاعی کاج بادامی تأثیر معنی‌داری داشته است (Razavi et al., 2006) که با نتایج این تحقیق همسویی دارد.

References

- Asareh, M.H. 2008. Agri-wood with development of poplar plantation, no avoidance necessity for stable availability in country. Proceeding of the Second National Congress on Poplar and Potential Use in Poplar Plantation. Published by Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran, Vol.(1): 41-51 (In Persian).
- Des Rochers, A., van den Driessche, R. and Barb, R.T. 2006. NPK fertilization at planting of three hybrid poplar clones in the boreal region of Alberta. Forest Ecology and Management, 232: 216-225.
- Bagheri, R., Modirrahmati, A.R., Ghasemi, R. and Asadi, F. 2011. Effect of different fertilizer (N, P, K) on the production of superior varieties poplar in 4 years short rotation system. Final Report of the Research Project, Published by Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran, 72p (In Persian).
- Booth, N.W.H. 2008. Nitrogen fertilization of hybrid poplar plantation in Saskatchewan, Canada. Department of Soil Science University of Saskatchewan Saskatoon, Saskatchewan, Canada, 117p.

براساس نتایج پژوهش پیش‌رو، رشد ارتفاعی درختان نیز به تیمارهای کودی پاسخ مثبت داده است. مصرف کود NPK در دو سطح مصرفی (۴۷ و ۹۴ کیلوگرم درهکتار) سبب بیشترین رویش ارتفاعی به‌مقدار به‌ترتیب ۱۵/۹۳ و ۱۵/۸۹ متر شد. اثر تیمارهای کودی NP برای درختان از نظر رشد ارتفاعی کمتر از تیمار شاهد بود و فقط در سال پنجم اثرگذاری این تیمار بر شاهد پیشی گرفت (جدول ۳). این نتیجه‌گیری با نتایج پژوهش دیگری که کوددهی را موجب ایجاد تفاوت معنی‌داری در رویش قطر و ارتفاع در سال اول دانسته است (Bagheri et al., 2011)، به‌جز در تیمار چهارم (NP به‌مقدار ۴۷ کیلوگرم در هکتار) انطباق دارد. همچنین مصرف کود اوره و فسفات و کلروپتاسیم بر رشد ارتفاعی درختان سوزنی‌برگ کاج بادامی تأثیرات معنی‌داری را نشان داده است (Razavi et al., 2006). در تأیید این نتیجه Frederic و همکاران (۲۰۰۷) نیز مصرف کودهای نیتروژن‌دار را موجب افزایش میزان رشد و بهره‌وری کاشت درختان می‌دانند. اثر کودها برفرایند رشد ارتفاعی و قطری نهال‌های کاج جنگلی نیز مثبت ارزیابی شده است (Rahmani, 2001).

براساس نتایج مشخص شد که تیمارهای دو و یک به‌ترتیب با ۱۳۹/۸۴ و ۱۳۹/۴۶ مترمکعب تولید کل تقریباً اثرگذاری یکسانی داشته‌اند، ولی تیمارهای NP در هر دو

- bioelement export by harvested shoot axes. *Forest Ecology and Management*, 121: 67-83.
- Karimi, G.H. 2000. Investigation of growth, product and wood physical qualities of poplar clones (comparison populetum) in two research stations, Guilan (Safrabasteh) and Karaj (Alborz research center). M. Sc. thesis, 133p (In Persian).
 - Pitre, F.E., Cooke, J.E.K. and Mackay, J.J. 2007. Short-term effects of nitrogen availability on wood formation and fiber properties in hybrid poplar. *Trees*, 21: 249-259.
 - Rahmani, A. 2001. Effects of lime and chemical fertilizer application on growth and mineral uptake in *Pinus sylvestris* seedlings. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 6: 95-124 (In Persian).
 - Razavi, S.M., Azizi, P., Rashidi, R. and Keivan Behjoo, F. 2006. The effects of "N" "P" "K" fertilizers on hand planting *Pinus pinea* in coastal areas of Caspian sea. *Iranian Journal of Natural Resources*, 59(2): 377-389 (In Persian).
 - Salardini, A.A. 1983. Soil Fertility. University of Tehran Press, Tehran, Iran, 441p (In Persian).
 - Weilun, Y. 1988. Effects of nitrogen nutrition on endogenous Cytokinins in leaves of *Populus nigra* × *Canadensis*. International Poplar Commission, Eighteenth Session, Beijing, China, 5-8 September, (Beijin Forestry University, Beijin, RRC), 8p.
 - Debell, D.S., Mallonee, E.H. and Alford, L.T. 1975. Effect of nitrogen fertilizer on growth, form, and wood quality of eastern cottonwood. *Crownzellerbach-Central Research*, 4: 1-6.
 - Ebrahimzadah, H. 1982. *Plant Physiology*. University of Tehran Press, Tehran, Iran, 424p (In Persian).
 - Frederic E. Pitre, Jonice E. K. John, John J. Mackay. 2007. Short-term effects of nitrogen availability on wood formation and fibre properties in hybrid poplar. *Trees*(2007) 21: 249-259
 - Fromm J. and Hedrich.2007. The role of potassium in wood formation on poplar. *The Apoplast of Higher Plants: Compartment of Storage, Transport and Reactions*, 137-149. Springer.
 - Habibi Kasseb, H. 1992. *Fundamentals of Forest Soil Science*. University of Tehran Press, Tehran, Iran, 424p (In Persian).
 - Haji Mirsadeghi, M.M. 1985. Soil and the land for poplar plantation. *Poplar Importance Conference*, Published by Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran, 45: 211-239 (In Persian).
 - Juga, A., Hofmann-Schielle, C., Makeschin, F. and Rehfuss, K.E. 1999. Short-rotation plantations of balsam poplars, aspen and willows on former arable land in the Federal Republic of Germany. II. Nutritional status and

Effects of different fertilizer treatments on Poplar wood production

E. Lashkarbolouki^{1*}, A.R. Modirrahmati², E. Kahneh³, R. Bagheri⁴, S.A. Mosavi Qupar⁵ and S.Z. Seidjavadi⁶

1*- Corresponding author, Senior Research Expert, Agricultural and Natural Resources Research Center of Guilan Province, Rasht, I.R. Iran. E-mail: e.boloukii@yahoo.com

2- Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I.R. Iran.

3- Senior Research Expert, Agricultural and Natural Resources Research Center of Guilan Province, Rasht, I.R. Iran.

4- Senior Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I.R. Iran.

5- Assistant Prof., Agricultural and Natural Resources Research Center of Guilan Province, Rasht, I.R. Iran.

6- Eexpert library, Research Institute of Rice, Guilan Province, Rasht, I.R. Iran.

Received: 11.30.2013

Accepted: 07.20.2014

Abstract

To study the effect of different fertilizer treatments on *Populus deltoides* clone 69/55, a 4-year study during 2007-2011 was conducted within two-ha site in the Fakhrabad agricultural research station in Lashte-Nesha in Guilan province. Following the site preparation, the previously-bred seedlings were planted within a randomized complete block design with three replications and five fertilization treatments. Treatments included NPK94, NPK47, NP94, NP47 as well as a control treatment. At the end of each growing season, factors including the diameter at breast height (dbh) and height growth of trees were measured. At the end of the 4-year period, the average rates of the measured parameters were analyzed. Comparison of total average growth, average annual growth and current growth was showed three distinct groups based on the amount of applied fertilizer. The first group was the treatment 1 (94 kg ha⁻¹ NPK) produced 27.96 m³ ha⁻¹ year⁻¹, whereas the treatment 4 (47kg ha⁻¹ NP) was grouped as the last one with its produced 23/62 m³ ha⁻¹ year⁻¹.

Key words: Nutrition, production in ha, poplar, phosphorus, fertilization, nitrogen.