فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۱۷ شمارهٔ ۲، صفحهٔ ۲۶۲-۲۵۰، (۱۳۸۸)

بررسی اثر مقدار و زمان مصرف کود ازته بر رشد نهال نوئل (*Picea abies* L.)

علیرضا زارع[1*] و ولادیمیر آلبرتویچ برینتسِو[2]

۱*- نویسنده مسئول، مربی پژوهشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی. پست الکترونیک: Alireza1103@yahoo.com
۲- استاد، دانشکده جنگل دانشگاه دولتی مسکو.

تاریخ دریافت: ۸۶/۸/۱۳ تاریخ پذیرش: ۸۶/۱۱/۲۴

چکیده

به‌منظور بهبود تأثیر استفاده بهینه از کود ازته و کاهش اثرهای مخرب بر محیط زیست، در یک نهالستان در نزدیکی شهر مسکو، آزمایش تأثیر زمان کاربرد و مقدار کود ازته محلول مصرفی در پرورش نهالهای یک و دوساله نوئل (*Picea abies*) اجرا گردید. تیمار زمان کوددهی براساس مراحل رشد در نظر گرفته شد. آزمایش همزمان تیمار مقدار کود شامل ۰ (شاهد)، ۴۰، ۱۱۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار با تیمار زمان کوددهی نهالهای دوساله طی ۳ و ۶ مرحله رشد به‌ترتیب در سالهای ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶ (۱۳۸۴ و ۱۳۸۵) و نهالهای یکساله طی ۴ مرحله رشد در سال ۲۰۰۵ (۱۳۸۴) به‌اجرا درآمد. آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار در خزانه پرورش نهال اجرا گردید. نتایج نشان دادند که زمان بکارگیری کود ازته به‌مراتب نسبت به مقدار آن در افزایش ارتفاع و قطر یقه نهال تأثیر بیشتری دارد. در اولین سال رویشی، تأثیر متقابل زمان و مقدار کوددهی بر ارتفاع در دو تیمار زمانی چهاردهم تیرماه (بین تمام سطوح کودی با شاهد) و اول شهریورماه (بین سطوح کودی ۱۱۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار با شاهد و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) به احتمال ۹۵٪ تفاوت معنی‌داری داشت. از نظر زمانی بیشترین نیاز غذایی نهالهای دوساله در مراحل رشد مشاهده شد که مصادف با تشدید رشد و نمو نوشاخه سالجاری و تشکیل جوانه (G1-B2) بود؛ از این‌رو کمترین مقدار مصرف کود در این زمان توانست تأثیر برابر یا بیشتر از حداکثر مصرف را در دیگر مراحل رشد داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: کود ازته، زمان مصرف، نهال، نوئل، مراحل رشد.

مقدمه

یکی از مؤثرترین روشها در افزایش و بهبود کیفیت نهالهای تولیدی نوئل، بکارگیری کود به‌ویژه کود ازته می‌باشد. ازت به‌دلیل شرکت در ساختمان بخشهای مختلف سلولهای گیاهی تأثیر به‌سزایی در کمیت و کیفیت رشد دارد. کیفیت رشد تا حد زیادی به کیفیت تغییرات ساختاری، شکل و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اندامها بستگی دارد. از این رو مطالعه بیولوژی رشد و نمو نهالها در نهالستان ضروری می‌باشد (Redco *et al*., 1983). مطالعه ریخت‌زایی گیاه که متأثر از دو بخش خارجی و داخلی می‌باشد، نتایجی عملی در رابطه با پرورش نهالها و اصلاح درختان در اختیار می‌گذارد (Sabin, 1963; Serebriacov, 1952). ریخت‌زایی (morphogenesis) فرایندیست که طی آن سلولها یا بافتها از یک مرحله به مرحله فیزیولوژیکی دیگری وارد شده که همراه با تغییرات ریخت‌شناسی (مورفولوژیکی) می‌باشد و در مراحل رشد قابل بررسی است. انجام عملیات دقیق و مؤثر به‌زراعی و مراقبتی در نهالستان و جنگل‌کاری مانند حل مسئله میزان و زمان مصرف کود شیمیایی به‌جز آگاهی از مراحل رشد و ریخت‌زایی گونه و خصوصیات

مشخص پرورشی ممکن نیست. تعیین زمان کوددهی براساس سالنامه کاری بیهوده است، بلکه بایستی کوددهی براساس و مطابق با نیاز بیولوژیکی گیاه باشد که در مراحل رشد به‌صورت علائم ریخت‌شناختی (مورفولوژی) نمایان می‌گردد تا بتواند بر رشد و نمو گیاه تأثیر به‌سزایی بگذارد.

معمولاً زمان کاربرد کود در ابتدا و به‌ندرت در انتهای فصل رشد تعیین می‌گردد (Sung *et al*., 1997). کوددهی در طول فصل رشد نهالها ممکن است باعث افزایش رشد و ذخیره مواد غذایی، تقویت سیستم ریشه‌ای و همچنین افزایش مقاومت به خشکی، کاهش دما و بیماری گردد (Rook, 1991)، درحالی‌که کوددهی در انتهای فصل رشد در افزایش ذخیره مواد معدنی در اندام گیاه مؤثرتر از افزایش رشد اندام یادشده است (Van den Driessche, 1985 & 1988). با وجود تأثیر مثبت کاربرد کودهای شیمیایی در بهبود رشد نهالهای تولید شده، آبشویی مواد شیمیایی به‌ویژه ازت باعث خروج این مواد از دسترس گیاهان و ورود آن به آب رودخانه‌ها و در نتیجه باعث آلودگی آبهای جاری می‌شود (Alan, 1994). افزایش ازت در آب باعث افزایش جلبکها و در نتیجه کاهش اکسیژن و مرگ آبزیان، همچنین تولید بوی نامطبوع می‌شود (Baird, 1990). از طرف دیگر، افزایش نیترات در آب آشامیدنی باعث بروز بیماریهای بسیار خطرناک در کودکان و بزرگسالان می‌گردد (Haridian, 1998). بنابراین شناسایی روشی برای کاهش مصرف ازت بدون تأثیر منفی در رشد نهالها نه‌تنها اقتصادی بوده بلکه در چارچوب اصول توسعه پایدار قرار می‌گیرد.

مواد و روشها

این تحقیق در سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۶ میلادی (۱۳۸٤ تا ۱۳۸۵ هجری شمسی) در نهالستانی به عرض جغرافیایی ′۸ و °۵۵ شمالی و طول جغرافیایی ′٦ و °۳۷ شرقی و ارتفاع ۵۰۰ متر از سطح دریا واقع در حومه شهر سرگیو-پاساد در شمال شهر مسکو و در کشور روسیه به اجرا درآمد. در این تحقیق تأثیر مقادیر و زمانهای متفاوت کاربرد کود ازته بر روی رشد طولی، قطری و تولید نهالهای استاندارد نوئل (*Picea abies*) بررسی شد. نهالهای استاندارد به نهالهای دوساله نوئلی اطلاق می‌شود که قطر یقه آنها بیش از ۲ میلی‌متر و ارتفاع آنها بیش از ۱۲ سانتی‌متر باشد. به‌منظور تعیین عناصر معدنی آزمایش خاک انجام شد؛ نتایج نشان داد که چهار درصد خاک هوموس و اسیدیته آن برابر با۱/ ۰± ٦/۸ بود. تجزیه عناصر معدنی خاک نشان داد که بافت خاک لومی و در آن میزان پتاسیم و فسفات قابل جذب به‌ترتیب ۱۱و ۲٤ میلیون در قسمت و ازت کل ۰/٤٤ درصد بود. میزان بارندگی و متوسط دمای شبانه‌روز در فصل رشد به‌ترتیب برابر با ۳۵۰ میلی‌متر و ۱٤ درجه سانتی‌گراد (در سال ۲۰۰۵) و ۳۲۸ میلی‌متر و ۱۱/۲ درجه سانتی‌گراد (در سال ۲۰۰٦) بود. در طول ٤۰ سال اخیر دامنه تغییرات بارندگی سالیانه ۵۲۹ تا ٦۱۰ میلی‌متر بوده است. آب مورد نیاز نهالها به‌طور طبیعی و از طریق نزولات جوی تأمین گردید.

این آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی و در سه تکرار به اجرا درآمد. نهالها در نوارهایی به طول ۲۰ متر و به عرض یک متر در ۱۰ ردیف به فاصله ۱۰ سانتی‌متر کشت شده و مساحت هر کرت آزمایش یک مترمربع و فاصله آنها از یکدیگر نیم متر بود. کود ازته به‌صورت محلول با غلظت ۳ درصد به‌وسیله آب‌پاش و یکنواخت در سطح کرت پخش شد. تیمارهای اعمال شده شامل دو عامل مقدار کود ازته محلول به‌میزان ۰ (شاهد)، ٤۰، ۱۱۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار و زمان (مراحل رشد) بود. عامل زمان کوددهی در سال ۲۰۰۵ بر روی نهالهای یکساله و دوساله به‌ترتیب در ٤ و ۳ مرحله رشد، در سال ۲۰۰٦ بر روی نهال دوساله با ٦ مرحله اعمال و اجرا گردید (جدولهای ۱ و ۲). علاوه بر این در سال ۲۰۰٦ تأثیر کوددهی سال قبل بر نهالهای

دو و سه‌ساله بررسی شد. از طرفی تأثیر افزودن عناصر غذایی به خاک در گونه‌های گیاهی چندساله با توجه به ساختار مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی آنها ممکن است به سال بعد از کوددهی نیز منتقل گردد، از این‌رو در سال ۲۰۰۶ تأثیر کوددهی در اولین و دومین فصل رویشی (سال ۲۰۰۵) بر نهالهای دو و سه ساله بررسی شد.

با توجه به مشاهدات انجام شده، مراحل رشد نهال یکساله نوئل براساس روش Redco *et al.* (1983) و نهال چندساله براساس روش Elagin (1961) و مشاهدات انجام شده مطالعه و مشخص گردید. در ابتدای بهار و پاییز طول نوشاخه سالجاری، ارتفاع نهال و قطر یقه به‌وسیله خط‌کش و کولیس اندازه‌گیری شد. به استناد آیین‌نامه اجرایی تولید نهال در نهالستان وزارت منابع طبیعی روسیه، درصد نهالهای استاندارد دوساله به‌عنوان معیار ارزیابی و تجزیه و تحلیل کیفیت نهالهای دوساله در نظر گرفته شد. طی دو سال در مجموع ۲۴۰۰ عدد نهال از ۸۰ تیمار مورد بررسی قرار گرفتند. داده‌های حاصل با نرم‌افزار SAS تجزیه و مقایسه میانگینها به‌روش دانکن در سطح ($P<0.05$) انجام و نمودارها در محیط Excel ترسیم شدند.

انجام عملیات پرورشی مانند پخش کود براساس زمان تقویمی با توجه به نیازهای متفاوت گیاه در طول فصل رشد و همچنین تأثیر تغییرات جغرافیایی بر زمان وقوع این نیازها باعث می‌شود که معیار استاندارد مناسبی برای اجرای عملیات پرورشی وجود نداشته نباشد. بعکس مراحل رشد، نشانه نیازهای متفاوت گیاه براساس شرایط رشد اندامهای گوناگون است که به این دلیل زمان مناسب و استاندارد برای تعیین زمان اجرای عملیات پرورشی محسوب می‌شوند. بنابراین در این آزمایش تیمار زمان پخش کود براساس مراحل رشد اعمال گردید. براساس ضرورت به اختصار به مراحل رشد نهالهای یکساله و دوساله اشاره می‌گردد. همان‌گونه که از جدولهای ۱ و ۲ استنباط می‌شود، مراحل رشد هر کدام از نهالهای یکساله و دوساله نوئل به‌ترتیب به ۱۱ و ۱۰ طبقه مجزا تقسیم گردیده است. با توجه به مورفولوژی رشد، تفاوتی بین مراحل رشد نهال یکساله با دوساله وجود دارد، ولی فصل مشترک آنها توقف یا کندی رشد طولی نهال در اواسط تابستان و بعد همزمان با اوایل پاییز با تشکیل و تکمیل شدن ساختمان جوانه‌های انتهایی و جانبی است که سپس فصل رشد به اتمام می‌رسد. با توجه به فرایند ریخت‌زایی به‌نظر می‌رسد که نهالهای یکساله در دوره رویشی بین مراحل آغاز رویش برگهای منفرد (۴/۱) تا مرحله آغاز شکل‌گیری جوانه انتهایی (۱۰/۱) (جدول ۱) و نهالهای دوساله حد فاصل مراحل رشد فعال (G1) تا تشکیل جوانه انتهایی (B2) (جدول ۲) نیاز به مواد غذایی بیشتری برای رشد و نمو ساقه، برگ و جوانه نسبت به دیگر مراحل رشد دارند.

جدول ۱- مراحل رشد نهال یکساله نوئل (Zare, 2007; Redco *et al*., 1983)

کد	مرحله رشد	مشخصات
۱/۱	سبز شدن بذر	شکوفایی بذر در زیر خاک و مشاهده ساقچه در سطح خاک
۲/۱	مشاهده برگچه‌ها	رهایی برگچه‌ها از پوسته بذر
۳/۱	شکل‌گیری جوانه اولیه در انتهای ساقچه	مشاهده توده مریستمی در انتهای ساقچه و بین برگچه‌ها
٤/۱	آغاز رویش برگهای منفرد	مشاهده برگهای منفرد جدید
٥/۱	شکل‌گیری برگها و ریشه جانبی	تجمع برگهای منفرد در اطراف ساقه و تشکیل ریشه جانبی
٦/۱	تکمیل سیستم ریشه‌ای	تکمیل اجزاء سیستم ریشه‌ای و آغاز توسعه آنها
۷/۱	توقف تابستانه رشد	توقف رشد طولی ساقه و تشکیل جوانه انتهایی در برخی نهالها
۸/۱	رشد مجدد ساقه*	رشد مجدد ساقه بعد از توقف تابستانه
۹/۱	تشکیل جوانه جانبی	مشاهده جوانه‌های جانبی در طول ساقه
۱۰/۱	آغاز شکل‌گیری جوانه انتهایی	کاهش ازدیاد برگهای منفرد و آغاز تشکیل جوانه اصلی در انتهای ساقه اصلی
۱۱/۱	توقف رشد	تغییر رنگ پوسته ساقه از سبز به قهوه‌ای و قهوه‌ای شدن پوسته جوانه انتهایی و جوانه‌های جانبی

* Lammas shoot

جدول ۲- مراحل رشد نهال دوساله نوئل (Zare, 2007; Elagin, 1961)

کد	مرحله رشد	مشخصات
L0	تورم جوانه	آغاز فصل رشد بدون تغییر محسوس در اندازه جوانه انتهایی و جانبی
L1	افزایش اندازه جوانه	افزایش محسوس اندازه جوانه انتهایی و جانبی
L2	پارگی پوسته جوانه	مشاهده پوسته نازک شده یا پاره شده جوانه انتهایی و جانبی
L3	رهایی ساقه از پوسته جوانه	ساقه و برگهای متراکم چسبیده به آن به‌قدری رشد می‌کنند که پوسته جوانه را کاملاً پاره کرده و نمایان می‌گردند
L4	تفکیک برگها	مشاهده تفکیک برگهای سوزنی منفرد فشرده از یکدیگر
G1	رشد فعال ساقه	افزایش سریع طول ساقه و آغاز شکل‌گیری جوانه‌های جانبی در پایین نوشاخه سالجاری
B1	توقف تابستانه رشد	توقف یا کند شدن رشد طولی ساقه و احتمال مشاهده جوانه در انتهای ساقه اصلی
G2	دومین مرحله رشد	شکوفایی جوانه انتهایی و برخی از جوانه‌های جانبی در نتیجه ادامه رشد طولی ساقه و تشکیل شاخه‌ها
B2	تشکیل جوانه انتهایی	آغاز تشکیل جوانه انتهایی و تغییر رنگ پوسته ساقه از سبز به سفید
G3	اتمام رشد	تغییر رنگ پوسته ساقه از سفید به قهوه‌ای و برگها از سبز روشن به سبز تیره همزمان با کوتاه شدن طول روز و سردی هوا

نتایج

تأثیر کاربرد کود ازته در اولین فصل رشد

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر مقدار کود مصرفی فقط بر تغییرات قطر یقه در نهالهای یکساله معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرهای اصلی نیز نشان داد که سطوح کود معدنی مصرفی ٤۰ و ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد بر قطر یقه معنی‌دار بود و زمان مصرف هیچ تأثیری بر قطر یقه نداشت. از طرفی ارتفاع نهال تحت تأثیر میزان کود مصرفی قرار نگرفت ولی میزان مصرف در مرحله رشد ۷/۱ به بعد بهتر از مراحل رشد قبلی بود (جدول ٤). اثرهای اعمال این تیمارها در فصل رویشی بعدی بر روی نهالهای دوساله در رابطه با خصوصیات قطر یقه و طول ساقه بسیار معنی‌دار بود. از طرفی هیچ‌گونه اثر متقابلی بین دو عامل مورد بررسی بر صفات مورد مطالعه در سالهای اول و دوم رشد مشاهده نشد (جدول ۳).

بررسی اثرهای اصلی در سال دوم نشان داد که مصرف ٤٠ کیلوگرم ازت در هکتار بر قطر یقه و طول ساقه مؤثر بوده است. همچنین بیشترین تأثیر مصرف کود ازته بر قطر یقه در مرحله رشد در ۵/۱ تا ۷/۱ بود که این میزان برای طول نوشاخه بین مراحل ۵/۱ تا ۹/۱ بود. همچنین بیشترین درصد نهالهای استاندارد با کمترین میزان مصرف کود ازته، ٤٠ کیلوگرم در طی مراحل رشد ٦/۱ تا ۹/۱ مشاهده گردید (جدول ٤).

جدول ۳- میانگین مربعات صفات نهالهای یکساله (۱۳۸٤) و دوساله (۱۳۸۵) تحت تأثیر مقدار و زمان مصرف کود ازته در اولین فصل رشد

متغیر	درجه آزادی	نهال یکساله			نهال دوساله	
		قطر یقه (میلی‌متر)	ارتفاع نهال (سانتی‌متر)	قطر یقه (میلی‌متر)	طول نوشاخه سالجاری (سانتی‌متر)	نهالهای استاندارد (درصد)
بلوک	۲	۰/۰۰۰۱ ns	۰/۰۷ ns	۰/۰۲ ns	۱/۲٦ ns	۳۲/٦۰ ns
کود ازته	۳	۰/۰۰۰۷*	۰/۲۸ ns	۰/۵۸***	۲۰/۰۳ ***	۲۷۳۳/۱۷ **
خطا	٦	۰/۰۰۰۱	۰/۱٦	۰/۰۵ *	۰/۹۳	۱۲۹/۵۷
زمان	۳	۰/۰۰۰۲ ns	۰/۲۱ ns	۰/۳۳***	۷/۲٤***	٦۷٦/۹۱**
زمان×کود ازته	۹	۰/۰۰۰۲ ns	۰/۱۱ ns	۰/۰۳	۰/٤۳	۱۱٦/۱۳
خطا	۲٤	۰/۰۰۰۱	۰/۰۹	۰/۰۲	۱/۲۵	۱۵٤/۹۰
درصد ضریب تغییرات		۱/٦٤	۹/۰۱	٦/۵۵	۱۳/۸۷	۳۳/۷

ns، *، **، *** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات قطر یقه، ارتفاع نهالهای یکساله (۱۳۸٤)، طول نوشاخه و درصد نهالهای دوساله (۱۳۸۵) استاندارد تحت تأثیر مقدار و زمان مصرف کود ازته در اولین فصل رشد

عوامل اصلی	نهال یکساله			نهال دوساله	
	قطر یقه (میلی‌متر)	ارتفاع نهال (سانتی‌متر)	قطر یقه (میلی‌متر)	طول نوشاخه سالجاری (سانتی‌متر)	نهالهای استاندارد (درصد)
مقدار کود ازته (کیلوگرم در هکتار)					
۰ (شاهد)	۰/٦۷۵ b	۳/۲۳ a	۱/۸۹ b	٦/۱٤ b	۱٤/۳۵ b
٤٠	۰/٦۹۰ a	۳/۵٦ a	۲/۳٤ a	۸/۵۲ a	٤۵/۵۳ a
۱۱۰	۰/٦۹٤ a	۳/۵٤ a	۲/۲۷ a	۸/٦۷ a	٤٤/۹۵ a
۱۸۰	۰/٦۸۵ ab	۳/٤۳ a	۲/۳٦ a	۸/۹٤ a	٤۲/۸۷ a
زمان* کوددهی (مرحله رشد)					
*۳/۲٦ (۵/۱ و ٦/۱)	۰/٦۸۹ a	۳/۲۸ b	۲/۳۷ a	۸/٤۳ a	۳۵/۱۷ b
٤/۱٤ (۷/۱ و ٦/۱)	۰/٦۸٦ a	۳/٦۰ a	۲/۳۳ ab	۸/٦۷ a	٤٦/۵٤ a
۵/۰۳ (۹/۱ و ۸/۱)	۰/٦۸۱ a	۳/٤۲ ab	۲/۱٦ b	۸/۲۳ a	۳۷/٦۳ ab
٦/۰۱ (۱۰/۱ و ۹/۱)	۰/٦۸۸ a	۳/٤٤ ab	۲/۰۱ c	٦/۹۳ b	۲۸/۳۷ b

* زمان کوددهی براساس معادل تاریخ هجری شمسی ذکر شده است.

برای هر گروه از میانگینها اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

همان‌گونه که در جدول ٤ مشاهده می‌گردد، مقایسه شاهد با تیمارهای کوددهی در اولین فصل رشد بر روی نهالهای دوساله سال بعد نشان داد که مصرف کود نسبت به عدم بکارگیری آن سبب افزایش ارتفاع و قطر یقه شده است، اما بین سطوح کود ٤٠، ۱۱۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌دار مشاهد نشد. بررسی نهالهای استاندارد نشان داد که عدم مصرف کود ازته سبب شد که کمتر از ۲۰ درصد نهالها در حد استاندارد باشند ولی با مصرف بهینه کود ازته به بیش از ٤٠ درصد برسد.

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به نهالهای دوساله‌ای که در اولین فصل رشد کوددهی شده بودند نشان داد که مقدار و زمان مصرف کود ازته بر تغییرات اندازه قطر یقه، طول نوشاخه سالجاری و درصد نهالهای استاندارد دوساله معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرهای اصلی نیز نشان داد که بین سطوح کودی با شاهد تفاوت معنی‌داری در موارد اندازه‌گیری شده وجود دارد، به‌نحوی‌که استفاده از کود ازته در سال قبل باعث افزایش اندازه قطر یقه، طول نوشاخه و درصد نهالهای استاندارد دوساله به‌ترتیب به‌میزان ۲۰، ۳۹ و ۲۰۰ درصد بیشتر از شاهد شده است.

تأثیر کاربرد کود ازته در دومین فصل رشد

تأثیر کاربرد کود در دومین فصل رشد بر نهالهای دوساله در سال ۲۰۰۵ (۱۳۸٤ هجری شمسی) در جدول ۵ نشان می‌دهد که مقدار و زمان کود ازته بر اندازه قطر یقه، طول نوشاخه و درصد نهالهای استاندارد در سطح ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ اختلاف معنی‌داری ایجاد کرده است. میزان کود ازته با زمان پخش (مرحله رشد) آن دارای اثر متقابل بر اندازه طول نوشاخه سالجاری بوده و در سطح ۰/۰۰۱ اختلاف معنی‌دار نشان می‌دهد. همان گونه که در جدول ٦ نشان داده شده است، براساس آزمون دانکن اثر کوددهی نسبت به عدم کوددهی بر اندازه قطر یقه و طول نوشاخه سالجاری نهالهای دوساله به احتمال ۹۵٪ اختلاف معنی‌داری دارد، ولی تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف کود مشاهده نشد. مقایسه میانگین درصد نهالهای استاندارد نشان می‌دهد که تیمار ٤٠ و ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار با تیمار۱۸۰ کیلوگرم و شاهد در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار داشته است. اثرهای اصلی زمان کوددهی در درصد نهالهای استاندارد دوساله نشان می‌دهد که مؤثرترین تاریخ کوددهی ٤/۲۱ (حد فاصل مراحل توقف رشد تابستانه تا دومین مرحله رشد) و سپس ۵/۱٦ (حد فاصل دومین مرحله رشد تا تشکیل جوانه انتهایی) می‌باشد که با تیمار ۳/۱٦ (مرحله رشد فعال ساقه) به احتمال ۹۵٪ اختلاف معنی‌داری دارند.

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده نهالهای سه‌ساله‌ای که در دومین فصل رشد، کوددهی شده بودند در جدول ۵ نشان می‌دهد که تیمارهای مقدار و زمان کوددهی، بر خلاف قطر یقه بر اندازه طول نوشاخه اثر گذاشته و به‌ترتیب در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱ اختلاف معنی‌داری را ایجاد کرده‌اند. بررسی اثرهای عوامل اصلی آزمون دانکن در جدول ٦ نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌دار در تیمار مقدار کود بر اندازه طول نوشاخه مربوط به اختلاف بین شاهد و مقدار کود ازته می‌باشد. بهترین زمان در تیمار کوددهی بر افزایش رشد طولی نوشاخه سالجاری در زمانهای ۵/۱٦ (G2-B2) و ٤/۲۱ (B1-G2) مشاهده شده است که با زمان ۳/۱٦ (G1) در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری داشته است. از طرفی دیگر اثرهای متقابل مقدار و زمان کوددهی نشان می‌دهد که مناسبترین مقدار کود ٤٠ کیلوگرم در هکتار می‌باشد.

در سال ۱۳۸۵ پخش سطوح مختلف کودی در شش تیمار زمانی بر نهالهای دوساله اعمال گردید. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که مقدار و زمان کوددهی بر میانگین قطر یقه، طول نوشاخه و درصد نهالهای استاندارد در سطوح کمتر از ۰/۰۵ و ۰/۰۰۱ دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد (جدول ۷). آزمون دانکن نشان داد که تفاوت معنی‌دار تیمار مقدار کود ازته، مربوط به اختلاف بین

شاهد و دیگر سطوح کودی می‌باشد و تفاوتی بین مقادیر ٤٠، ۱۱۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار وجود ندارد (جدول ۸).

جدول ۵- میانگین مربعات صفات قطر یقه، طول نوشاخه سالجاری و درصد نهالهای استاندارد دو و سه‌ساله

متغیر	درجه آزادی	نهال دوساله			نهال سه‌ساله	
		قطر یقه (میلی‌متر)	طول نوشاخه سالجاری (سانتی‌متر)	نهالهای استاندارد (درصد)	قطر یقه (میلی‌متر)	طول نوشاخه سالجاری (سانتی‌متر)
بلوک	۲	۰/۰۰۳^{ns}	۳/۱۹ ^{ns}	۳۰۰/۷۲^{ns}	۱/٦۳^{ns}	۱۲/۹۰^{ns}
کود ازته	۳	۰/٤۳ **	٤۲/۲٦***	۳۳۵۰/۸۰***	۱/٦۵^{ns}	٤۱/۰۱ *
خطا	٦	۰/۰۳	۰/۸۱	۷٤/۳۸	۰/۸۸	۸/۲۰
زمان	۲	۰/٦٦***	۷۳/۸۰***	۲۱۸۷/۱٦***	۰/۷۰^{ns}	۳٤/۰۱**
زمان×کود ازته	٦	۰/۰۷	٦/۹۵***	۹٦۱/۵۷^{ns}	۰/۲۷^{ns}	۱۲/۱۲^{ns}
خطا	۱٦	۰/۰٦	۰/۷۵	۹۸/۹۲	۰/٦۱	٤/۱۷
درصد ضریب تغییرات		۹/۰۷	۷/۱۷	۱۳/۹۵	۱٤/۷۰	۱۳/۹٦

ns، *، **، *** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱

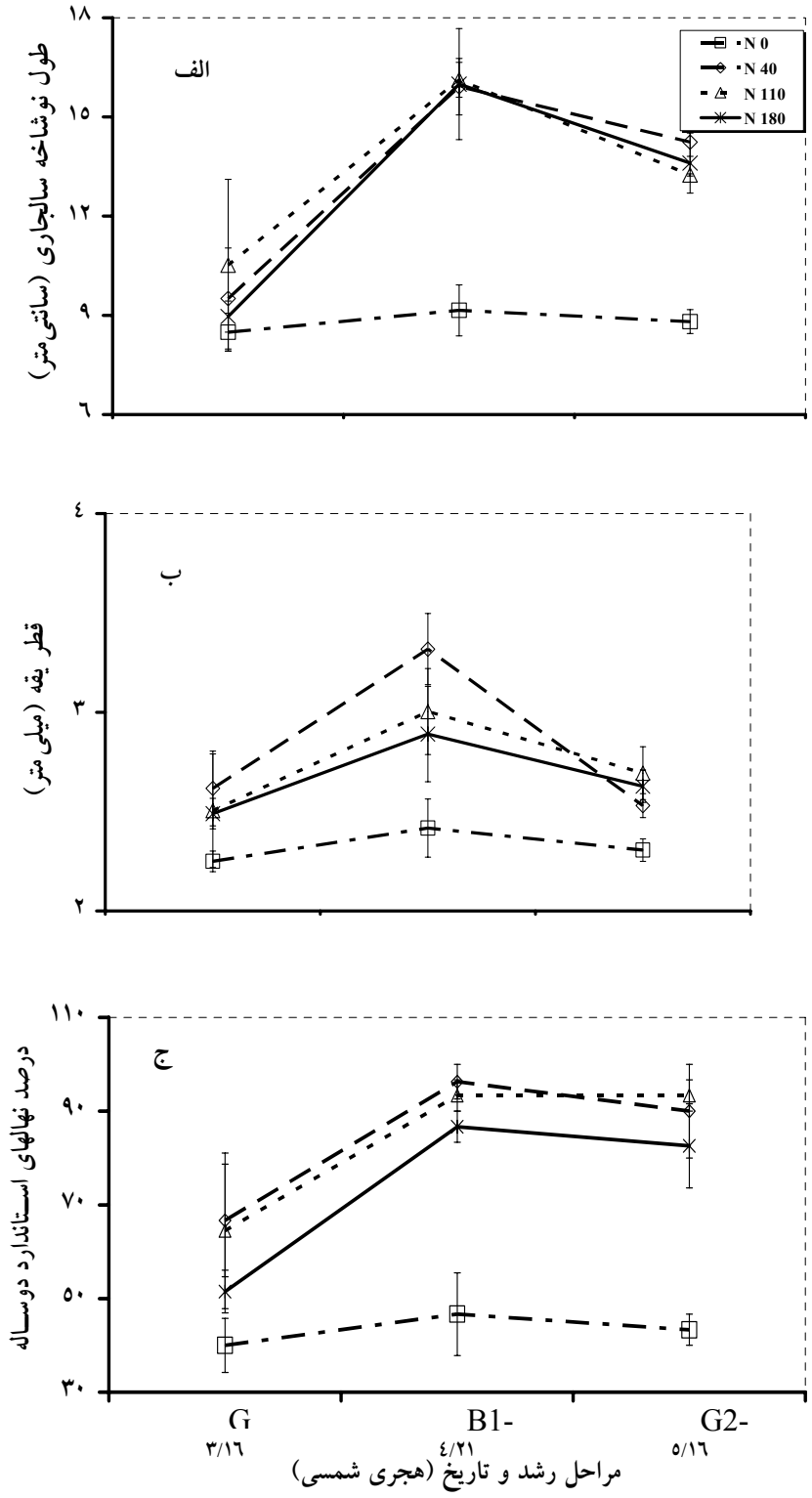
جدول ٦- مقایسه میانگین صفات قطر یقه، طول نوشاخه سالجاری و درصد نهالهای دوساله (۱۳۸٤) و سه‌ساله (۱۳۸۵)

عوامل اصلی	نهال دوساله			نهال سه ساله	
	قطر یقه (میلی‌متر)	طول نوشاخه سالجاری (سانتی‌متر)	نهالهای استاندارد (درصد)	قطر یقه (میلی‌متر)	طول نوشاخه سالجاری (سانتی‌متر)
مقدار کود ازته (کیلوگرم در هکتار)					
۰ (شاهد)	۲/۳۲^{b}	۸/۸۲^{b}	٤۳/۳۳^{c}	٤/٤٤^{a}	۱۱/۸۰ ^{b}
٤۰	۲/۸۲^{a}	۱۳/۲۲ ^{a}	۸٤/۳۲ ^{a}	۵/۷۹^{a}	۱٦/٦۳ ^{a}
۱۱۰	۲/۷۳^{a}	۱۳/۳۲ ^{a}	۸۳/۹۵^{a}	۵/۲۲^{a}	۱٤/۲٤^{ab}
۱۸۰	۲/٦۷^{a}	۱۲/۸۵ ^{a}	۷۳/۵۸ ^{b}	۵/٤٦^{a}	۱۵/۸٦ ^{a}
*زمان کوددهی (مرحله رشد)					
(G1) ۳/۱٦*	۲/٤۷^{b}	۹/۳۷^{c}	۵۵/۸۳^{b}	۵/۰۳^{a}	۱۲/۷۲^{b}
(B1-G2) ٤/۲۱	۲/۹۱^{a}	۱٤/۳۰^{a}	۸۰/۷٤^{a}	۵/٤٤^{a}	۱۵/۲۵^{a}
(G2-B2) ۵/۱٦	۲/۵٤^{b}	۱۲/٤۸ ^{b}	۷۷/۳۲ ^{a}	۵/٤٦^{a}	۱۵/۹۰ ^{a}

* زمان کوددهی براساس معادل تاریخ هجری شمسی ذکر شده است.

برای هر گروه از میانگینها اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

شکل ۱ اثرهای متقابل مقدار و زمان کوددهی بر میزان رشد طولی نوشاخه، قطر یقه و درصد نهالهای دوساله استاندارد را نشان می‌دهد که در آن دو تیمار زمانی ٤/۲۱ (B1-G2) و ۵/۱٦ (G2-B2) با تولید بیش از ۸۰٪ نهال استاندارد و متوسط طول نوشاخه حدود ۱۵ سانتی‌متر، مناسبترین زمان استفاده از کود ازته می‌باشند. به‌لحاظ کمترین مقدار مصرف کود، بهترین تیمار را ٤۰ کیلوگرم در هکتار نشان داد.



شکل ۱- تأثیر کوددهی در دومین فصل رشد بر رشد سالجاری (الف)، قطر یقه (ب) و درصد نهالهای استاندارد دوساله (ج) در سال ۱۳۸٤ (N0 = شاهد، N40 = ٤۰ کیلوگرم کود، N110 = ۱۱۰ کیلوگرم کود و N180 = ۱۸۰ کیلوگرم کود در هکتار)

جدول ۷- میانگین مربعات صفات قطر یقه، طول نوشاخه سالجاری و درصد نهالهای دوساله (سال ۱۳۸۵)

متغیر	درجه آزادی	قطر یقه (میلی‌متر)	طول نوشاخه سالجاری (سانتی‌متر)	نهالهای استاندارد (درصد)
بلوک	۲	۰/۰۹ ns	۳/۴۹ ns	۳۲۳/۴۲ ns
کود ازته	۳	۰/۳۶ *	۱۷/۵۰***	۱۸۶۲/۲۹ *
خطا	۶	۰/۰۵	۱/۴۰	۳۶۱/۸۴
زمان	۵	۰/۱۵***	۴/۲۹ *	۵۷۹/۹۱ *
زمان × کود ازته	۱۵	۰/۰۱ ns	۰/۳۰ ns	۷۴/۳۴ ns
خطا	۴۰	۰/۰۴	۰/۵۰	۱۹۰/۸۳
درصد ضریب تغییرات		۸/۲۵	۱۲/۰۶	۲۱/۸۲

ns، *، **، *** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱

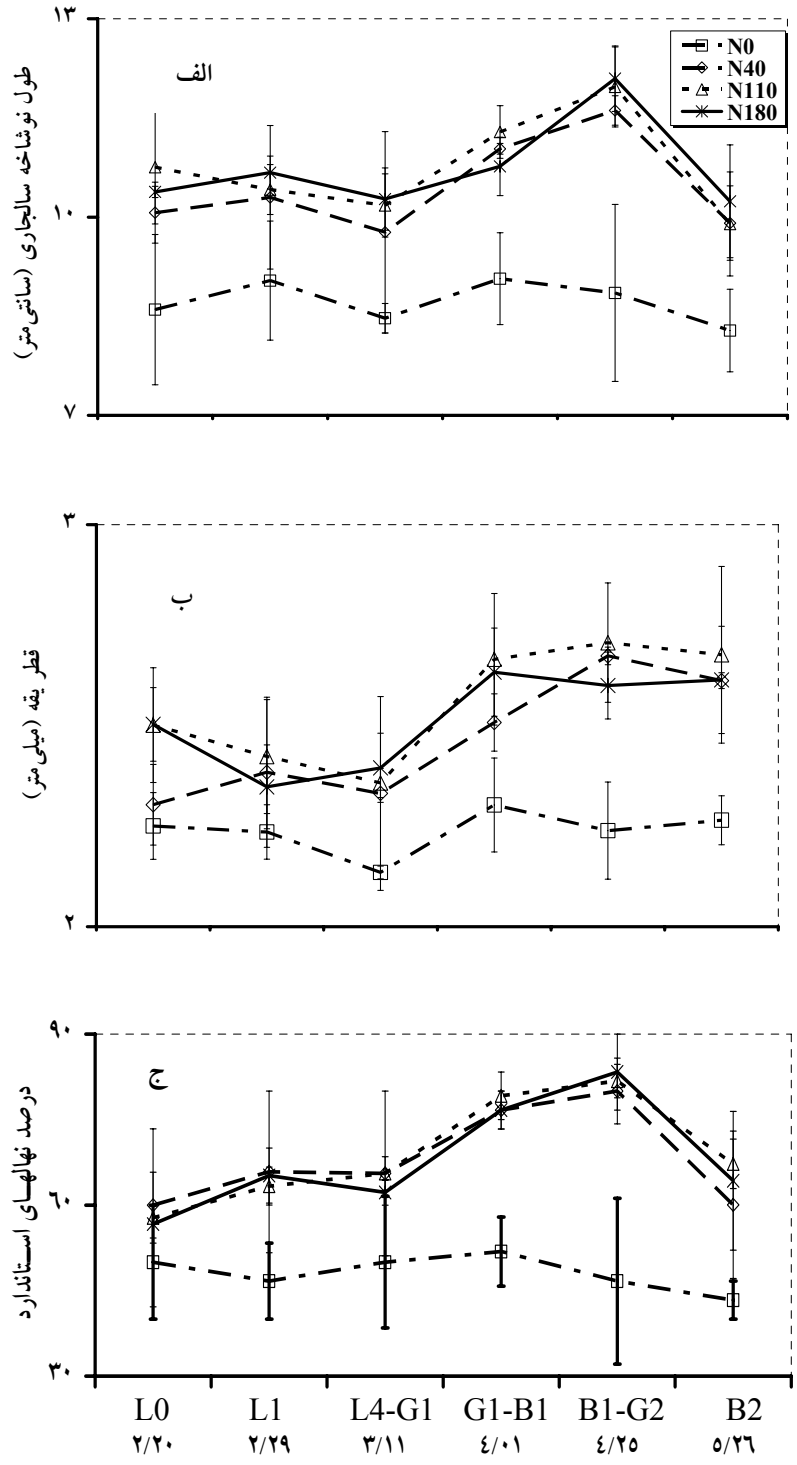
جدول ۸- مقایسه میانگین صفات قطر یقه، طول نوشاخه سالجاری و درصد نهالهای دوساله (سال ۱۳۸۵)

عوامل اصلی	قطر یقه (میلی‌متر)	طول نوشاخه سالجاری (سانتی‌متر)	نهالهای استاندارد (درصد)
مقدار کود ازته (کیلوگرم در هکتار)			
۰ (شاهد)	۲/۲۳b	۸/۷۲b	۴۸/۰۹b
۴۰	۲/۴۶a	۱۰/۴۵a	۶۸/۰۲a
۱۱۰	۲/۵۵a	۱۰/۷۵a	۶۹/۱۴a
۱۸۰	۲/۵۱a	۱۰/۸۰a	۶۸/۰۶a
*زمان کوددهی (مرحله رشد)			
*(L0) ۲/۲۰	۲/۳۹ab	۹/۹۵b	۵۶/۱۱ c
(L1) ۲/۲۹	۲/۳۵ b	۱۰/۱۱ab	۶۰/۲۶bc
(L4-G1) ۳/۱۱	۲/۳۰ b	۹/۶۷b	۶۰/۸۳ bc
(G1-B1) ۴/۰۱	۲/۵۳ a	۱۰/۶۴ab	۷۱/۰۹ ab
(B1-G2) ۴/۲۵	۲/۵۶ a	۱۱/۱۳ a	۷۲/۹۴ a
(B2) ۵/۲۶	۲/۵۴ a	۹/۵۸b	۵۸/۷۲ c

* زمان کوددهی براساس تاریخ هجری شمسی ارائه شده است.

برای هر گروه از میانگینها اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

همان‌گونه که در شکل ۲ مشاهده می‌گردد، اثرهای متقابل مقدار کود و زمان بکارگیری آن نشان می‌دهد که بهترین زمان کوددهی مؤثر بر میانگین قطر یقه، طول نوشاخه سالجاری و درصد نهالهای استاندارد دوساله تیمار زمانی ۴/۲۵ (حد فاصل مراحل فنولوژیکی توقف رشد تابستانه تا آغاز دومین مرحله رشد) می‌باشد.



شکل ۲- اثر کاربرد کود ازته در اولین فصل رشد بر طول نوشاخه سالجاری (الف)، قطر یقه (ب) و درصد نهالهای استاندارد (ج) در دومین سال رشد (۱۳۸۵)

(N0 = شاهد، N40 = ٤۰ کیلوگرم کود، N110 = ۱۱۰ کیلوگرم کود و N180 = ۱۸۰ کیلوگرم کود در هکتار)

بحث

به استناد این تحقیق، با توجه به مراحل رشد نهالهای یک و دوساله رشد طولی نوشاخه‌ها پس از گذشت چهار مرحله اول تشدید می‌شود، در نتیجه نیاز بیولوژیکی نهالها افزایش می‌یابد. از این رو کوددهی در ابتدای فصل رشد تأثیر کمتری نسبت به اواسط فصل رویش خواهد داشت. بنابراین هرگاه کود ازته به‌مقدار مورد نیاز نهال و در زمان مناسب در اختیار نهالها قرار گیرد، بیشترین بازدهی مصرف کود حاصل خواهد شد؛ البته مورفولوژی و شرایط سنی نهال، وضعیت عوامل اقلیمی و مشخصات خاک نیز مؤثرند. رحمانی و خوشنویس (۱۳۸۳) بیان نمودند که میزان تأثیر کاربرد کودهای شیمیایی در پرورش نهالهای بلندمازو به وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک بستگی داشته است.

مقایسه دو عامل زمان و مقدار کود ازته در اولین فصل رشد نشان داد که مقدار کود مصرفی فقط بر تغییرات قطر یقه در نهالهای یکساله معنی‌دار است. آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری بین سطوح کوددهی مؤثر بر رشد ارتفاعی و قطر یقه نهالها را نشان نداد، اما مقایسه میانگینها نشان داد که ٤٠ کیلوگرم در هکتار مناسبترین مقدار کود مصرفی بوده است. تأثیر کوددهی در اولین فصل رویشی بر روند رشد و نمو نهالهای دوساله نشان داد که زمان کوددهی تأثیر معنی‌داری بر صفات مورد اندازه‌گیری داشته است. از آن جایی که هدف تولید نهالهای قوی و با کیفیت در هنگام برداشت است، بهترین زمان کوددهی حد فاصل مراحل رشد تکمیل سیستم ریشه‌ای تا توقف رشد تابستانه (٦/١ تا ٧/١) می‌باشد که علت آن می‌تواند تقویت سیستم ریشه‌ای نهالهای یکساله‌ای باشد که در این زمان تغذیه شده‌اند. مصرف کود ازته حداقل باعث دو برابر شدن تعداد نهالهای استاندارد دوساله نسبت به شاهد شده است.

بکارگیری کود ازته بر افزایش رشد طولی نهالها (بلندمازو) تفاوت معنی‌داری داشت، البته بر افزایش قطر یقه تفاوت معنی‌داری نداشت (رحمانی و خوشنویس، ۱۳۸٤). این آزمایش نشان داد که کاربرد کود ازته علاوه بر تأثیر در افزایش ارتفاع نهالهای دوساله نوئل بر افزایش قطر یقه تفاوت معنی‌داری داشته، اما تأثیر آن بر افزایش ارتفاع نهال به‌مراتب بیشتر از تأثیر بر افزایش قطر یقه بوده است. زمان استفاده از کود ازته نیز بر تأثیر آن روی خصوصیات قطر یقه، طول نوشاخه سالجاری و درصد نهالهای استاندارد تفاوت معنی‌داری داشت. از آن جایی که همه نهالها همزمان وارد یک مرحله رشد خاص نمی‌گردند و از طرف دیگر چندین مرحله رشد می‌تواند دوره زمانی رشد و نمو نوشاخه سالجاری باشد؛ مشاهده گردید که معنی‌دارترین زمان کوددهی مؤثر بر افزایش نهالهای استاندارد دوساله تولید شده حد فاصل مراحل رشد فعال (G1) تا تشکیل جوانه انتهایی (B2) است که از نظر تقویمی مصادف با نیمه دوم فصل رشد می‌باشد. مقایسه میانگین صفات با آزمون دانکن در بیشتر موارد نشان داد که از لحاظ وزنی فقط بین سطوح مختلف کود ازته با شاهد تفاوت معنی‌داری وجود دارد. البته فقط در سال ۱۳۸٤ بین ٤٠ و ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار با ۱۸۰ کیلوگرم و شاهد بر صفت درصد نهالهای استاندارد به احتمال ۹۵ درصد تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید. از آن جایی که آب مورد نیاز نهالها از طریق نزولات جوی فراهم می‌شد، علت را می‌توان تأثیر میزان رطوبت بر روند رشد دانست. چرا که در این سال میزان بارندگی بیشتر از سال ۱۳۸۵ بود.

اثر کوددهی در دومین فصل رشد به سال بعد نیز منتقل گردید. بررسی نهالهای سه‌ساله نشان داد که زمان مصرف فقط بر طول نوشاخه سالجاری تفاوت معنی‌دار داشته است. بیشترین اثر نیز مربوط به زمان استفاده از کود ازته در حد فاصل مراحل رشدی توقف رشد تابستانه تا دومین مرحله رشد بود. روی‌هم‌رفته از نظر مقدار کود مصرفی، بکارگیری ٤٠ کیلوگرم در هکتار مطلوبتر است.

کوددهی ازته در آخرین مرحله رشد قبل از اتمام فصل رشد و نمو با توجه به کند شدن رشد طولی نوشاخه سالجاری و اندام هوایی و ادامه داشتن رشد اندام

زیرزمینی بر افزایش قطر یقه مؤثرتر از افزایش رشد طولی نوشاخه سال‌جاری نهالهای یک و دوساله بوده است. از طرف دیگر، کوددهی در پایان فصل رشد باعث افزایش تجمع مواد معدنی داخلی بدون تغییری خاص در کمیت مواد خشک می‌شود (Van den Driessche, 1985; Margolis & Waring, 1986). با وجود این که در این آزمایش صدمه سرما به نهالهای تحت تیمار نوئل دوساله مشاهده نگردید؛ اما بایستی مدنظر داشت که ممکن است، کاربرد کود ازته در فصل تابستان باعث افزایش حساسیت نهالهای دوساله کاج جنگلی به سرما شود (Rikala & Repo, 1997).

با توجه به موارد اشاره شده می‌توان بیان نمود که زمان بکارگیری کود تأثیر بسیار زیادی بر بهینه‌سازی و کاهش مصرف کود ازته در پرورش نهالهای نوئل و افزایش تولید نهالهای دوساله استاندارد دارد. از طرف دیگر، استفاده از مقدار بیشتر کود ازته به این معنی نیست که بازدهی رشد و نمو گیاه افزایش می‌یابد بلکه ممکن است در برخی موارد نتیجه معکوس داشته و نسبت به مقدار کمتر کود ازته باعث کاهش بازدهی رشد گردد. از این‌رو دقت در تعیین دامنه وزن مطلوب و مؤثر عناصر غذایی ازجمله کود ازته مورد نیاز گیاه و زمان کاربرد آن بسیار با اهمیت می‌باشد. لازم به ذکر است که همه نهالها همزمان وارد مرحله رشد مربوطه نمی‌شوند، بنابراین تعیین دامنه زمان رشد برای کودپاشی به‌منظور استفاده مطلوبتر از روش کوددهی در زمان نیاز نهال، ضروریست.

اگر عملیات پرورشی نهالها براساس مراحل رشد، آزمایش و انجام گردد، نتایج بدست آمده را می‌توان به‌راحتی به دیگر مناطق رویشگاهی نیز تعمیم داد. زمان تقویمی براساس عوامل جغرافیایی تغییر می‌کند ولی مرحله بیولوژیکی یادشده ثابت می‌ماند. بنابراین بهتر است زمان و مقدار کود را براساس مرحله رشد تنظیم کرد نه براساس زمان تقویمی که به‌دلایلی مانند اختلاف ارتفاع، در مناطق مختلف تغییر می‌کند.

منابع مورد استفاده

- رحمانی، ا. و خوشنویس، م.، ۱۳۸٤. بررسی تأثیر کودهای مختلف شیمیایی و دامی بر رشد نهالهای بلندمازو در نهالستان کلوده آمل و شهرپشت نوشهر. انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۳(۱): ۱۵-۱.

-Alan, W., 1994. Air pollution and climate change. Longman, 256 p.

-Baird, J., 1990. Nitrogen management and water quality. The North Carolina Agricultural Extension Service: 4 p.

-Elagin, E.N., 1961. Definition technique of phenological phases at coniferous. Botanicheski journal, 46: 984-992.

-Haridian, F.C., 1998. The protection and conservation of water resources. John Wiley & Sons. 354 p.

-Margolis, H.A. and Waring, R.H., 1986. Carbon and nitrogen allocation patterns in Douglas-fir seedlings fertilized with nitrogen in autumn. II. Field performance. Can. J. For. Res., 16: 903 –909.

-Redco, G.E., Ogiefski, D.B., Nakvana, E.N. and Romanov, E.M., 1983. Bioecological Bases of Cultivation Pine and a Fir-trees Seedlings, Lesnoi., 64 p.

-Rikala, R. and Repo, T., 1997. The effect of late summer fertilization on the frost hardening of second-year Scots pine seedlings. New Forests, 14(1): 33–44.

-Rook, D.A., 1991. Seedling development and physiology in relation to mineral nutrition. In: Van den Driessche, R. (ed.), Mineral Nutrition of Conifer Seedlings. CRC Press, Boca Raton, FL: 85 – 111.

-Sabin, D.A., 1963. Physiology of plant. M.: Nayka, 197 p.

-Serebriacov, I.G., 1952. Morphology of plant higher organ vegetative. M.: Savetscaia nayca. 390 p.

-Sung, S.S., Black, C.C., Konnanik, T.L., Hmoch, S.J., Konnanik, P.P. and Counce, P.A., 1997. A nitrogen fertilization and the biology of *Pinus taeda* seedling development. Can. J. For. Res., 27: 1406-1412.

-Van den Driessche, R., 1985. Late-season fertilization, mineral nutrient reserves, and retranslocation in planted Douglas fir *(Pseudotsuga menziesii)* (Mirb.) (Franco) seedlings. For. Sci., 31: 485 – 496.

-Van den Driessche, R., 1988. Nursery growth of conifer seedlings using fertilizers of deferent solubilities and application time and their forest growth. Can. J. For. Res., 18: 172 – 180.

-Zare, A., 2007. Application to fertilizer in cultivating conifers seedling on the base of morphogenesis. Ph.D. Thesis. Moscow state forest university. 144 p.

Impact of amount and time of nitrogen fertilizer usage on cultivating Spruce (*Picea abies* L.) seedlings

A. Zare[1*] and V.A. Brinsev [2]

1*- Corresponding author, Senior research expert, Research Center of Agriculture and Natural Resources of Khorasan Razavi province. E-mail: Alireza1103@yahoo.com
2- Professor, Forest Faculty of Moscow state University.

Abstract

In order to amend usage effects of N fertilizer on Spruce seedlings and reduce its environmental compacts, an experiment was conducted during years 2005-2006 to investigate effects of N fertilizer application amount and time on growth of one and two year old seedlings of Spruce (*Picea abies*) in a nursery near Moscow city. The fertilizer application time was considered on account of phenological stages. The fertilizer amount and time treatments were applied simultaneously. The fertilizer amount treatments consisted of 0 (control), 40, 110 and 180 kg/ha. The fertilizer time treatments for two year seedlings consisted of tree and six phenological stages during 2005-2006 and for one year old seedlings consisted of four phenological stages in 2005. This trial was carried out under spilt plot in completely randomized block design with three replications in the nursery. Results showed that application of N fertilizer time treatments affected the seedlings height and diameter greater than the amount treatments. Interaction of fertilizing time and fertilizing amount treatment at first growth period on seedlings heights was significant (probability of 95%) at two fertilizing time treatments, including: 5.07.05 or interval between completing root system and stop of summer growth (difference between control and the other fertilizer amount treatments) and 23.08.05 or interval of forming lateral bud and beginning formation of apical bud (difference between both fertilizing levels of 110 and 40 kg/ha and in one side control and 180 kg/ha on the other side). From time point of view, most nutritive requirements of the two year old seedlings, were observed at phenological stages of intensive shoot growth and increment and bud development (G1-B2), indicating that minimum consumption of fertilizer in this period was able to leave equal or greater effect on seedling growth compared to maximum consumption at the other phenological stages.

Key words: nitrogen fertilizer, consumption time, seedling, Spruce (*Picea abies*), phenological stages.