جنگل و فرآورده‌های چوب، مجلهٔ منابع طبیعی ایران
دورهٔ ۷۵، شمارهٔ ۱، بهار ۱۴۰۱
ص ۱-۱۱ (پژوهشی)
DOI: 10.22059/jfwp.2021.324190.1168

اثر کاربرد کودهای مختلف بر وضعیت رویشی نهال‌های زالزالک (*monogyna Cratagus*)، داغداغان (*Celtis caucasica*) و بنه (*Pistacia atlantica*) در نهالستان

فائزه‌السادات طریقت[۱]، علی صالحی[۲*]، تیمور رستمی شاهراجی[۳]، مهرداد نیکوی[۲]

۱. دکتری جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲. دانشیار جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۳. استاد جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۳۰، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۱۰

چکیده

پژوهش حاضر با هدف تعیین مناسب‌ترین نوع کود به بررسی خصوصیات کمی نهال‌های سه گونه زالزالک، داغداغان و بنه تحت تیمارهای مختلف کوددهی در نهالستان اداره کل منابع طبیعی استان زنجان می‌پردازد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با کودهای زیستی، کودهای زیستی و شیمیایی رهاشونده، کود ورمی کمپوست، کود دامی و کود شیمیایی و به دو صورت کاربرد یکباره و تدریجی انجام شد. در پایان فصل رویش (اوایل مهرماه) به‌منظور اندازه‌گیری مشخصه‌ها، ابتدا از هر تیمار ۳ گلدان به‌صورت تصادفی انتخاب شد و سپس مشخصه های قطر یقه، ارتفاع ساقهٔ اصلی، طول ریشه (بلندترین ریشه) و حجم ریشه اندازه گیری شد. براساس نتایج در گونهٔ زالزالک، بیشترین قطر یقه در تیمار ورمی‌کمپوست-تدریجی (۱/۰ ± ۲/۲۳ سانتی‌متر) و بیشترین طول ساقه در تیمار زیستی- تدریجی (۱/۵۳ ± ۹/۰ سانتی‌متر) مشاهده شدند. حجم ریشه تیمار کود ورمی کمپوست با ۱/۷ ± ۳۳/۳۳ سانتی‌متر مکعب بیشترین رشد را نشان داد. در گونه داغداغان بیشترین قطر یقه در تیمار زیستی-تدریجی (۱/۰ ± ۲/۲۱ سانتی‌متر)، بیشترین طول ساقه در تیمار دامی-تدریجی (۴/۲ ± ۳۱/۶۷ سانتی‌متر)، بیشترین طول ریشه در تیمار ورمی‌کمپوست-تدریجی (۲/۴ ± ۳۶/۶۸ سانتی‌متر) و بیشترین حجم ریشه در تیمار زیستی-شیمیایی-تدریجی (۷/۶ ± ۲۵/۰ سانتی‌متر) مشاهده شد. همچنین در گونه بنه بیشترین قطر یقه در تیمار کود ورمی‌کمپوست (۲/۹ ± ۴/۰۶ سانتی‌متر)، بیشترین طول ساقه در تیمار شیمیایی-تدریجی (۴/۴ ± ۱۰/۳۴ سانتی‌متر)، بیشترین طول ریشه نهال بنه در تیمارهای شیمیایی (۱/۸ ± ۳۳/۶۸ سانتی‌متر) و بیشترین مقدار حجم ریشه در تیمار ورمی‌کمپوست با ۱/۵ ± ۷/۳۴ سانتی‌متر مکعب مشاهده شد. تیمار کود زیستی-شیمیایی در همهٔ گونه های تحت بررسی موجب خشک شدن نهال ها شد و بنابراین برای استفاده در نهال‌هایی با سن کم و در نهالستان توصیه نمی‌شود.

کلمات کلیدی: تولید نهال، ورمی‌کمپوست، کود زیستی، رویش، نهالستان.

مقدمه

امروزه جنگلکاری و افزایش سطح جنگل ها اهمیت ویژه ای یافته است، به طوری که مساحت جنگلکاری سالانه در هر کشور را از معیارهای ارزیابی توسعه‌یافتگی آن کشور تلقی می‌کنند. براساس آثار و شواهد، قسمت بزرگی از ایران در گذشته پوشیده از جنگل بوده، اما امروزه به دلایل متعددی مانند چرای بی رویهٔ دام، قطع درختان و بی‌توجهی به پوشش گیاهی، مساحت زیادی از آن باقی نمانده است [۱]. بر این اساس، تخریب و کاهش سطح جنگل ها نشان‌دهندهٔ ضرورت جنگلکاری به‌منظور احیا و توسعهٔ منابع طبیعی تجدیدپذیر در کشور است.

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۱۳۸۷۷۳۴
Email: asalehi@guilan.ac.ir

مهم‌ترین گام برای جنگلکاری مطلوب، تولید نهال‌هایی با کیفیت و کمیت مطلوب با توجه به صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی نهال‌هاست [۲]. برای مثال، داشتن سیستم ریشه‌ای مناسب که دربرگیرندهٔ درصد زیادی از ریشه‌های فرعی باشد، یکی از نشانه‌های کیفیت خوب نهال است، زیرا در این صورت، ریشه دارای سطح وسیعی برای جذب آب و عناصر غذایی خواهد بود [۲]. بنابراین سیستم ریشه‌ای تأثیر مهمی در غلبه بر تنش‌های خشکی و استقرار گیاهان در مناطق خشک دارد [۳].

به منظور افزایش کیفیت نهال در نهالستان باید از خاک مناسب استفاده کرد، به‌طوری که همهٔ عناصر غذایی نهال ها تأمین شود. کمبود عناصر غذایی مورد نیاز نهال در خاک سبب اختلال در فعالیت های حیاتی گیاه و بر هم خوردن تعادل بین رشد رویشی و زایشی می‌شود که در نهایت بر کمیت و کیفیت گیاه تأثیر خواهد گذاشت. با توجه به اینکه به‌نظر می‌رسد مقدار بسیاری از عناصر غذایی در خاک های کشور کمتر از نیاز نهال هاست [۴]، باید به‌منظور تأمین نیازهای گیاه این عناصر به صورت جداگانه به خاک اضافه شوند. یکی از پرکاربردترین راه های تأمین کمبود عناصر غذایی و همچنین افزایش حاصلخیزی خاک، استفاده از انواع کود است. پژوهش‌ها نشان داده است که استفاده از برخی کودها موجب افزایش مادهٔ آلی خاک می‌شود که افزون‌بر افزایش بهره‌وری گیاه، کیفیت شاخ و برگ آن را هم حفظ می‌کند [۴، ۵]. این موضوع به‌ویژه در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک که حاصلخیزی کمی دارند می‌تواند خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی این خاک‌ها را بهبود بخشد. مواد آلی با بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک مانند تسریع فرایندهای میکروبی میکروارگانیسم‌ها و فراهم کردن عناصر غذایی قابل جذب برای گیاهان و تأثیر بر جوانه‌زنی، رشد و زی‌توده، شرایط مناسب برای تولید نهال مطلوب را فراهم می‌کنند [۶].

امروزه تلفیق مصرف کودهای شیمیایی و آلی به‌ویژه کودهای بیولوژیک، راهکاری برای تولید محصول سالم و حفظ عملکردهاست. بنابراین برای اعمال مدیریت کودی صحیح، باید اطلاع کاملی از مقدار عناصر غذایی و تأثیر کودها بر خاک که برای عملکرد مطلوب می‌تواند در اختیار گیاه قرار دهد، داشت. کاربرد کودهای مختلف با هدف افزایش حاصلخیزی خاک و بهبود خواص کمی و کیفی گیاه از اهمیت زیادی برخوردار است. بنابراین نوع کود و مدیریت کوددهی یکی از عوامل محیطی است که اثر مهمی در تولید موفقیت آمیز نهال در نهالستان دارد [۷]. به همین منظور تحقیق حاضر با هدف تعین مناسب‌ترین نوع کود به بررسی بهبود مهم‌ترین خصوصیات کمی نهال‌های سه گونه زالزالک، داغداغان و بنه تحت تیمارهای مختلف کوددهی در نهالستان تولید نهال می‌پردازد.

مواد و روش

منطقهٔ پژوهش

تحقیق حاضر در نهالستان جنگلی منابع طبیعی کل استان زنجان واقع در ۵ کیلومتری جادهٔ زنجان- تبریز با طول جغرافیایی "۲۵ ۲۴- "۴۸ ۴۸ و عرض جغرافیایی "۴۱ ۳۶- "۴۲ ۳۶ انجام گرفت. براساس گزارش‌های ادارهٔ کل هواشناسی استان زنجان، اقلیم منطقه نیمه خشک با متوسط بارندگی سالیانهٔ ۲۹۷/۱ میلی‌متر و میانگین رطوبت نسبی سالیانهٔ ۵۳ درصد است. متوسط درجهٔ حرارت این منطقه ۱۰/۷ درجهٔ سانتی‌گراد و تبخیر سالیانهٔ ۱۴۰۰ میلی‌متر است. میانگین روزهای یخبندان این نهالستان ۱۰۶/۴ روز و میانگین سرعت متوسط باد ۱/۱۷ متر بر ثانیه است. در این نهالستان گونه های جنگلی گلدانی شامل زالزالک، داغداغان، بنه، ارس، زرشک، سرو خمره‌ای و سرو نقره‌ای تولید می‌شود.

روش کار

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با یازده تیمار اجرا شد: ۱. شاهد (خاک بدون افزودن هیچ نوع کود)؛ ۲.

مخلوط کودهای زیستی (بیوارگانیک، بیومیک و سیومیک)؛ ۳. مخلوط کودهای زیستی و شیمیایی کندرها (NPK 10 52 10 و NPK 20 20 20 20)؛ ۴. کود ورمی‌کمپوست؛ ۵. مخلوط کود دامی و کود شیمیایی (اوره، سولفات آمونیوم (حاوی نیتروژن و سولفور)، فولوابن پتاسیک حاوی اسید فولویک، اسید هیومیک و پتاسیم) که هر نوع کود به دو صورت یکباره (در آغاز فصل رویش) و تدریجی (در طی چهار دورهٔ بیست‌روزه) به خاک گلدان‌ها اضافه شد (داخل متن تیمارهایی که به روش تدریجی کوددهی شده بودند با واژهٔ تدریجی در انتهای نام تیمار از بقیهٔ تیمارها متمایز شدند؛ برای مثال ورمی‌کمپوست–تدریجی). نهال‌های سه‌ساله از سه گونهٔ درختی زالزالک (*Cratagus monogyna* Jacq.)، داغداغان (*Celtis caucasica* Willd.) و بنه (*Pistacia atlantica* Desf.) با قطر و ارتفاع تقریباً یکسان برای هر گونه بررسی شدند. گلدان‌های استفاده‌شده ۳۵ سانتی‌متر ارتفاع و ۱۰ سانتی‌متر قطر داشتند و دارای ۱/۲۵ کیلوگرم خاک (جدول ۱) بودند. پنج تکرار از هر نهال در خاک‌هایی که در هنگام خاک ورزی (اواخر اسفندماه) با این کودها تیمار شده بودند بازکاشت شده و پنج تکرار از هر نهال در خاک‌های عاری از کود کاشته شدند. سپس در طی دورهٔ رویش به تدریج این کودها به خاک اضافه شدند. جدول ۲ مقادیر کود استفاده‌شده به‌ازای هر گلدان را نشان می‌دهد. در مجموع ۱۶۵ نهال سه‌سالهٔ گلدانی، مناسب و به‌نسبت یکسان از سه گونه بررسی شدند.

جدول ۱. میانگین (±انحراف معیار) خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در نهالستان

بافت	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	اسیدیته	نیتروژن (درصد)	کربن (درصد)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
شنی–لومی	۶۱/۳ (۲/۴۵)	۱۸/۹ (۲/۶۷)	۱۹/۸ (۲/۱۱)	۱/۶۶ (۰/۰۹)	۸/۳ (۰/۴۳)	۰/۱۹ (۰/۰۲)	۲/۲ (۱/۲۸)	۳/۵ (۲/۴۵)	۱۱۴/۲ (۲/۴۵)

جدول ۲. نوع و مقادیر مصرفی کودهای استفاده‌شده به‌ازای هر گلدان با ۱ کیلوگرم خاک

نام کود	ترکیبات	وزن (گرم)
شیمیایی	فولوابن پتاسیک	۵
	اوره با غلظت ۳ در هزار	۷/۵
	سولفات آمونیوم	۱/۵
زیستی– شیمیایی	بیوارگانیک	۵۰
	ارومیک	۲
	بیومیک	۰/۰۰۲
	سیومیک	۰/۰۰۲
	سولوپتاس	۱
	NPK (۱۰–۵۲–۱۰)	۱
	NPK (۲۰–۲۰–۲۰)	۱
ورمی‌کمپوست	–	۲۰۰
دامی	–	۲۰۰
زیستی	بیوارگانیک	۱۰۰
	سیومیک	۱۰

مراقبت و نگهداری‌های لازم از جمله آبیاری منظم نهال‌ها (با کاهش بارندگی یک بار در هفته و با شروع فصل خشک دو بار در هفته) صورت گرفت. وجین علف‌های هرز (گلدان‌های با تیمار کود دامی) به‌صورت دستی هر ماه یک‌بار انجام گرفت. در پایان فصل رویش (اوایل مهرماه) به‌منظور اندازه‌گیری مشخصه‌ها، ابتدا از هر تیمار سه گلدان به‌صورت تصادفی انتخاب شد. قطر یقه با استفاده از کولیس دیجیتال و با دقت میلی‌متر اندازه‌گیری شد. همچنین ارتفاع ساقهٔ اصلی نهال ها از هر تیمار به‌ترتیب با متر فلزی و متر نواری انعطاف‌پذیر با دقت میلی‌متر اندازه‌گیری شد. به‌منظور اندازه‌گیری طول و حجم ریشه، ابتدا خاک گلدان‌ها مرطوب شد و سپس با جداسازی خاک اطراف ریشه، طول ریشهٔ اصلی (بلندترین ریشه) نهال‌ها از هر تیمار به‌ترتیب با متر فلزی و متر نواری انعطاف پذیر با دقت میلی‌متر اندازه‌گیری شد. حجم ریشه با استفاده از تغییرات حجم آب استوانهٔ مدرج اندازه‌گیری شد.

تجزیه‌وتحلیل آماری

به‌منظور تجزیه‌وتحلیل، ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف و همگنی واریانس داده‌ها با استفاده از آزمون لون بررسی شد. اثر تیمارهای مختلف کود بر مشخصات کمّی نهال‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یکطرفه (ANOVA) انجام گرفت. مقایسهٔ میانگین‌ها نیز با آزمون توکی انجام گرفت. همهٔ تجزیه‌وتحلیل‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۹ انجام گرفت.

نتایج و بحث

مقایسهٔ مشخصه‌های حجم ریشه، طول ریشه، قطر یقه و طول ساقه براساس نوع تیمار کوددهی در گونه های بررسی شده نشان داد که بین تیمارهای مختلف کوددهی تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۳).

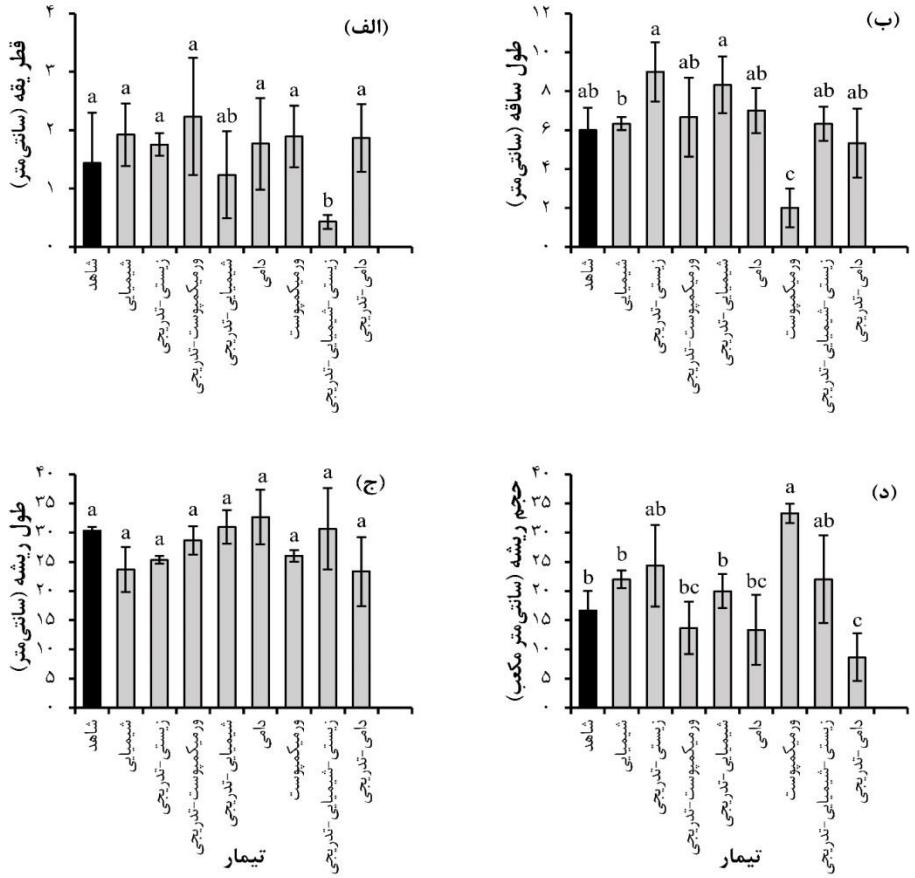
در گونهٔ زالزالک تیمارهای زیستی و زیستی- شیمیایی موجب خشکیدگی کامل نهال شده و از نتایج حذف شدند. براساس مقایسهٔ میانگین‌ها بیشترین قطر یقهٔ زالزالک در تیمار ورمی‌کمپوست- تدریجی (۲/۲۳ سانتی‌متر) و کمترین قطر یقه در تیمار زیستی- شیمیایی- تدریجی (۰/۴۳ سانتی‌متر) مشاهده شد (شکل ۱ الف). بیشترین و کمترین طول ساقه به‌ترتیب در تیمارهای زیستی- تدریجی (۹/۰ سانتی‌متر) و ورمی‌کمپوست (۲/۰ سانتی‌متر) مشاهده شد (شکل ۱ ب). از نظر طول ریشه، تیمارهای کوددهی اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان ندادند (شکل ۱ ج). حجم ریشه در تیمار کود ورمی‌کمپوست با ۳۳/۳۳ سانتی‌متر مکعب بیشترین معنی‌داری را نسبت به تیمار شاهد (۱۶/۶۷ سانتی‌متر مکعب) نشان داد (شکل ۱ د). افزایش ارتفاع گیاه در تیمارهای کود آلی و زیستی ممکن است ناشی از بهبود ساختمان خاک، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت خاک و تأمین عناصر غذایی باشد [۸]. با توجه به زیاد بودن مقدار عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن در کمپوست و ورمی‌کمپوست، رشد رویشی و ارتفاع نهال‌ها تحریک شده است. به‌طور کلی کوددهای کمپوست و ورمی‌کمپوست با فراهم کردن فسفر و نیتروژن بیشتر در اجزای تشکیل‌دهندهٔ خود، موجب رویش بهتر نهال‌ها می‌شوند [۹]. همچنین افزون‌بر عناصر غذایی و مواد آلی، کودهای کمپوست و ورمی‌کمپوست مقادیر زیادی از مواد هیومیکی دارند که این مواد نیز با تأثیر بر متابولیسم نهال موجب افزایش رشد و عملکرد بهتر گیاه می‌شوند [۱۰]. نتایج مشابهی در پژوهش‌های دیگر نیز گزارش شده است که استفاده از کمپوست‌ها موجب افزایش مادهٔ آلی خاک می‌شود و در نتیجه تأثیرات مثبتی در بهبود عملکرد و رشد نهال دارد [۱۱، ۱۲]. به‌طور کلی خصوصیات فیزیولوژیک و ریخت‌شناسی نهال‌های تولیدشده در نهالستان، اهمیت زیادی در توانمندی این نهال‌ها در برابر تنش‌های محیطی به‌ویژه پس از کاشت در عرصهٔ طبیعی دارد [۱۳]. تیمار کوددهی بر طول ریشهٔ نهال زالزالک اثر

معنی‌دار نداشته است؛ این یافته با نتایج تحقیقات Imo and Timmer [۱۴] مطابقت دارد. افزودن عناصر غذایی می‌تواند مقاومت گیاه به تنش آبی را افزایش یا کاهش دهد یا تأثیری بر آن نداشته باشد. این موضوع به قابلیت دسترسی آب بستگی دارد. همچنین واکنش متفاوت گونه‌ها به کود در نهالستان به‌شدت اختصاصی است [۱۵].

جدول ۳. نتایج تجزیهٔ واریانس یکطرفهٔ اثر نوع کوددهی بر خصوصیات کمّی گونه‌های بررسی‌شده

گونه	مشخصه	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	آمارهٔ F	Sig.
زالزالک	قطر یقه	بین‌گروهی	۲۳/۲۱	۸	۲/۹۰	۲/۶۷	۰/۰۳۹۸*
		درون‌گروهی	۱۹/۵۳	۱۸	۱/۰۹		
		کل	۴۲/۷۴	۲۶			
	طول ساقه	بین‌گروهی	۲۹۱/۵۸	۸	۳۶/۴۵	۶/۷۴	۰/۰۰۰۳*
		درون‌گروهی	۹۷/۳۳	۱۸	۵/۴۱		
		کل	۳۸۸/۹۱	۲۶			
	طول ریشه	بین‌گروهی	۶۲۴/۸۵	۸	۷۸/۱۱	۱/۷۲	۰/۱۶۱۴ns
		درون‌گروهی	۸۱۸/۶۷	۱۸	۴۵/۴۸		
		کل	۴۹۴۳/۵۲	۲۶			
	حجم ریشه	بین‌گروهی	۲۰۵۸/۹۱	۸	۲۵۷/۳۶	۳/۸۱	۰/۰۰۸۷*
		درون‌گروهی	۱۲۱۶/۰۰	۱۸	۶۷/۵۶		
		کل	۴۳۲۴/۹۱	۲۶			
داغداغان	قطر یقه	بین‌گروهی	۲۱/۹۲	۹	۲/۴۴	۳/۶۱	۰/۰۰۸۰*
		درون‌گروهی	۱۳/۴۹	۲۰	۰/۶۷		
		کل	۳۵/۳۹	۲۹			
	طول ساقه	بین‌گروهی	۲۰۵۶/۰۶	۹	۲۲۸/۴۵	۴/۹۹	۰/۰۰۱۳*
		درون‌گروهی	۹۱۴/۸۷	۲۰	۴۵/۷۴		
		کل	۲۹۷۰/۷۳	۲۹			
	طول ریشه	بین‌گروهی	۳۳۷۱/۸۸	۹	۳۷۴/۶۵	۲/۴۴	۰/۰۴۶۳*
		درون‌گروهی	۳۰۷۲/۰۰	۲۰	۱۵۳/۶۰		
		کل	۶۵۴۳/۸۸	۲۹			
	حجم ریشه	بین‌گروهی	۱۵۹۷/۵۲	۹	۱۷۷/۵۰	۲/۶۲	۰/۰۳۴۹*
		درون‌گروهی	۱۳۵۶/۶۷	۲۰	۶۷/۸۳		
		کل	۲۹۵۴/۱۸	۲۹			
بنه	قطر یقه	بین‌گروهی	۷۵/۶۷	۸	۹/۴۶	۳/۲۱	۰/۰۱۸۹*
		درون‌گروهی	۵۲/۹۶	۱۸	۲/۹۴		
		کل	۱۴۸/۶۲	۲۶			
	طول ساقه	بین‌گروهی	۲۳۸/۸۵	۸	۲۹/۸۶	۲/۶۴	۰/۰۴۱۵*
		درون‌گروهی	۲۰۳/۳۳	۱۸	۱۱/۳۰		
		کل	۴۴۲/۱۸	۲۶			
	طول ریشه	بین‌گروهی	۲۰۸۴/۱۸	۸	۲۶۰/۵۲	۵/۴۳	۰/۰۰۱۴*
		درون‌گروهی	۸۶۳/۳۳	۱۸	۴۷/۹۶		
		کل	۴۴۴۷/۵۲	۲۶			
	حجم ریشه	بین‌گروهی	۲۰۳/۸۸	۸	۲۵/۴۸	۲/۷۹	۰/۰۳۳۶*
		درون‌گروهی	۱۶۴/۶۷	۱۸	۹/۱۵		
		کل	۳۶۸/۵۵	۲۶			

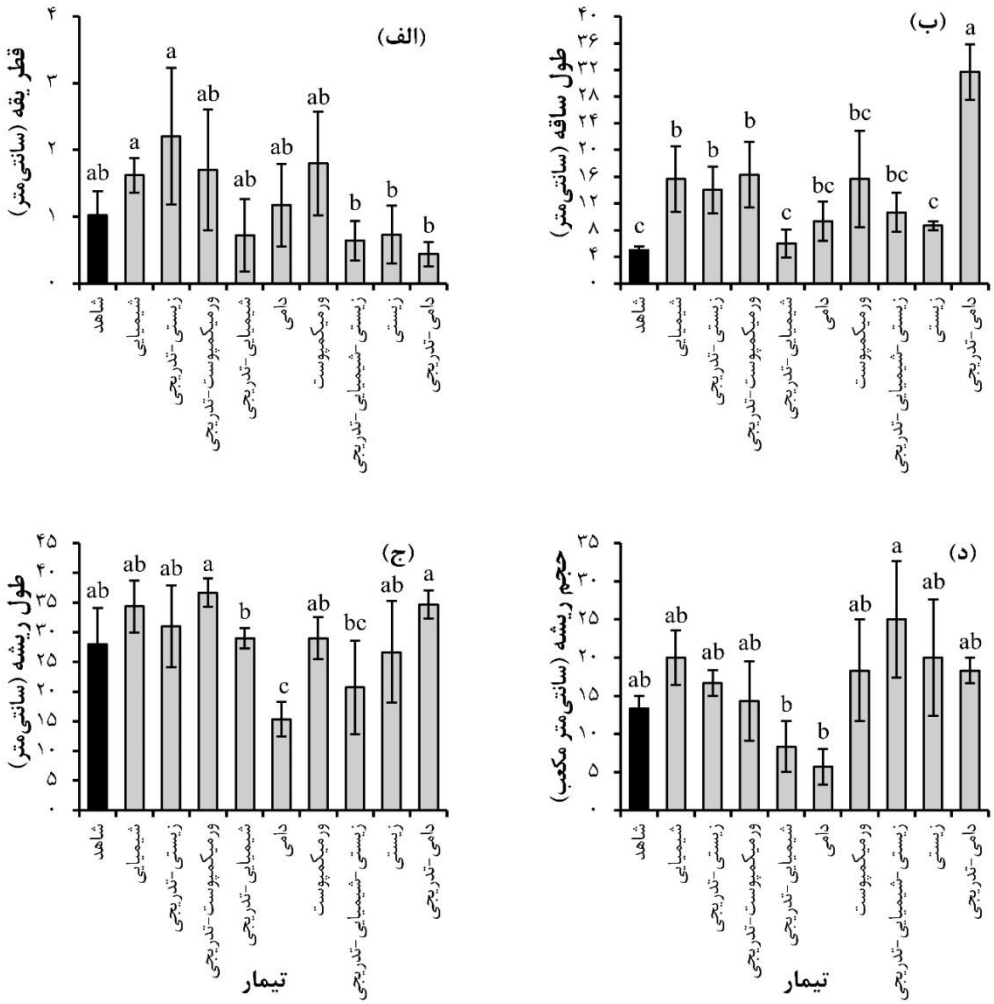
ns: معنی‌دار نبودن، *: معنی‌داری در سطح ۰/۰۵



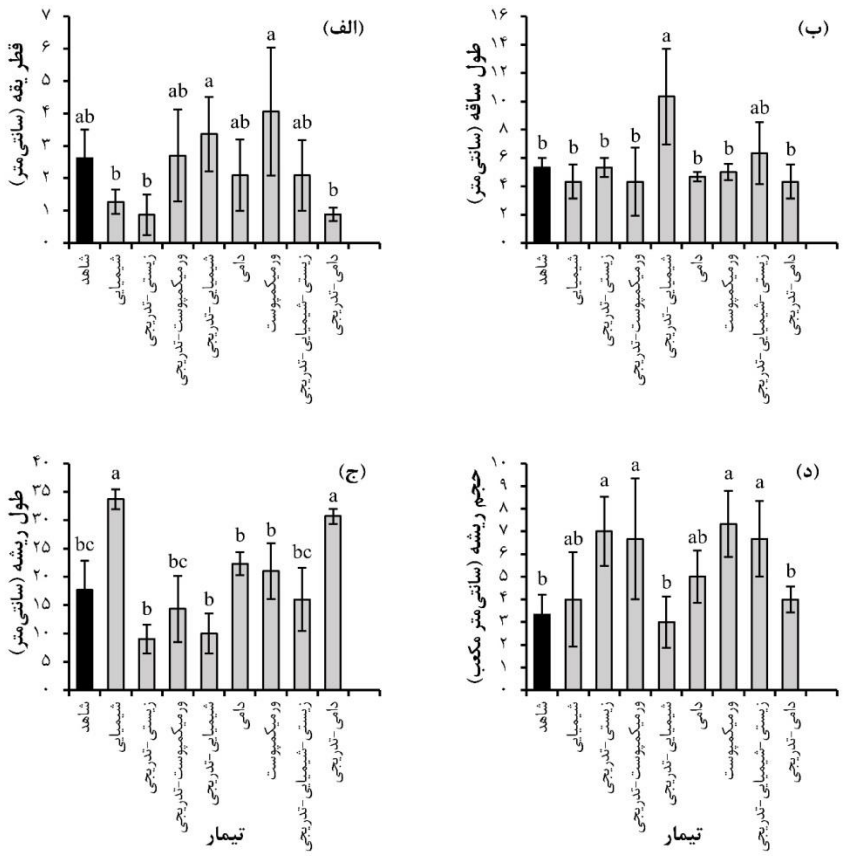
شکل ۱. مقایسهٔ میانگین مشخصه‌های قطر یقه (الف)، طول ساقه (ب)، طول ریشه (ج) و حجم ریشه (د) براساس نوع تیمار کوددهی در گونه زالزالک

با توجه به اینکه تیمار زیستی- شیمیایی در گونهٔ داغداغان سبب خشکیدگی کامل نهال شد، این تیمار از نتایج حذف شد. براساس مقایسهٔ میانگین ها، در گونهٔ داغداغان بیشترین قطر یقه مربوط به تیمار زیستی- تدریجی (۲/۲۱ سانتی‌متر) و کمترین آن مربوط به تیمار دامی- تدریجی (۰/۴۴ سانتی‌متر) بود (شکل ۲ الف)، با این‌حال بیشترین طول ساقه در تیمار دامی- تدریجی (۳۱/۶۷ سانتی‌متر) مشاهده شد که با اختلاف زیاد از شاهد بیشتر بود (شکل ۲ ب). بیشترین و کمترین حجم ریشه به‌ترتیب در تیمارهای زیستی- شیمیایی- تدریجی (۲۵/۰ سانتی‌متر مکعب) و دامی (۵/۶۷ سانتی‌متر مکعب) مشاهده شد (شکل ۲ ج). طول ریشه در تیمار ورمی کمپوست- تدریجی با ۳۶/۶۸ سانتی‌متر بیشترین مقدار را نشان داد. (شکل ۲ د). تیمار کود زیستی- شیمیایی موجب خشک شدن نهال‌های داغداغان شد که بیانگر تأثیر منفی این نوع کود برای این گونه است. به طور کلی قابل استفاده شدن عناصر غذایی برای گیاه به دو عامل آب و اسیدیتهٔ مناسب بستگی دارد، تیمار کود دامی- تدریجی بیشترین تأثیر را بر طول ساقهٔ نهال داغداغان داشت، اما تیمار کود زیستی- تدریجی روی قطر یقهٔ نهال ها بیشترین تأثیر را داشت. از جمله علل تأثیرگذاری کودهای مختلف بر صفات متفاوت نهال ها، مناسب نبودن بافت خاک و ناممکن بودن توسعهٔ ریشه است که سبب کمبود عناصر مورد نیاز گیاه می‌شود. بیشترین میزان حجم ریشه در تیمار کود زیستی- شیمیایی- تدریجی مشاهده شد که به‌نظر می‌رسد استفاده از ترکیب متناسب کودهای مختلف می‌تواند موجب افزایش رشد مناسب همهٔ صفات رویشی نهال داغداغان شود. حسین

و همکاران [۱۶] اثـر مـواد مغـذی NPK را بـر رشـد گونـهٔ گرمسیری *Avicennia marina* ارزیابی کرده و بیان کردند که ارتفاع گیاه تحت تأثیر کود به‌کاررفته افزایش معنی‌داری یافتـه است. در نهـال هـای گونـهٔ داغـداغان تیمارهـای دارای کـود شیمیایی موجب رشد بهتر نهال شدند که دلیل آن نیـاز بیشـتر این گونه به نیتروژن است. نیتروژن جزء سـاختمان کلروفیـل است و در اثر کمبود آن گیاه به زردی می گراید که این زردی ابتدا از برگ‌های پایینی و مسن شروع می‌شود. بـا ایـن حـال باید توجه داشت که کود نیتروژن‌دار با افزایش شـاخ‌وبـرگ و تعرق و نازک کردن اپیدرم، حساسیت نهال هـا بـه بیمـاری را افزایش مـی‌دهـد. بـرخلاف نتـایج بـه‌دسـت‌آمـده در گونـهٔ داغداغان که تیمار کود شیمیایی بهتـرین عملکـرد را داشـت، رحمانی و همکاران [۱۷] با بررسی تأثیر کـوددهی بـر رشـد نهال‌های شـیردار (*Acer cappadocicum*) در نهالسـتان بیـان کردند که از بین کودهای مختلف دامی، NPK (ازت- فسفر- پتاسیم) و ریزمغذی (حـاوی کودهـای گـوگرد، آهـن، روی، منگنز، مس و مولیبدن)، کود دامی بیشترین تـأثیر را بـر رشـد نهال‌های شیردار داشـت. یکـی از مهـم‌تـرین تـأثیرات منفـی کودهای شیمیایی آلودگی آب‌های زیرزمینـی اسـت. بنـابراین توصیه می‌شود که از کودهای دیگر به ویژه کودهـای زیسـتی ایجادکنندهٔ حاصـلخیزی پایـدار خـاک، بـه‌عنـوان جـایگزین مناسب برای کودهای شیمیایی استفاده شود [۶].



شکل ۲. مقایسهٔ میانگین مشخصه‌های قطر یقه (الف)، طول ساقه (ب)، طول ریشه (ج) و حجم ریشه (د) براساس نوع تیمار کوددهی در گونهٔ داغداغان



شکل ۳. مقایسهٔ میانگین مشخصه‌های قطر یقه (الف)، طول ساقه (ب)، طول ریشه (ج) و حجم ریشه (د) براساس نوع تیمار کوددهی در گونهٔ بنه

در گونهٔ بنه تیمارهای زیستی و زیستی- شیمیایی موجب خشکیدگی کامل نهال شدند و از نتایج حذف شدند. در تحقیق حاضر و در تیمار کود ورمی‌کمپوست، قطر یقهٔ نهال‌های بنه با ۴/۰۶ سانتی‌متر بیشترین رشد را داشت (شکل ۳ الف). به‌طور کلی کود ورمی‌کمپوست یک کود بیوارگانیک با ترکیبی از باکتری‌ها، آنزیم‌ها، بقایای گیاهی، کرم خاکی و کود حیوانی است که با تجزیهٔ مواد آلی خاک، کیفیت خاک را افزایش می‌دهد. بنابراین علت این امر را می‌توان افزایش نگهداری عناصر غذایی و افزایش هورمون‌های تنظیم‌کنندهٔ رشد و همچنین افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها به‌دلیل هیومیک اسید موجود در ورمی‌کمپوست بیان کرد که در نهایت موجب افزایش تجمع نیتروژن در گیاه شده و با افزایش مقدار نیتروژن رشد نهال‌ها بهبود یافته است [۱۸]. همچنین بیشترین طول ساقه در تیمار شیمیایی- تدریجی با ۱۰/۳۴ سانتی‌متر مشاهده شد (شکل ۳ ب). از بین تیمارهای مختلف تنها تیمار کود شیمیایی- تدریجی اثر معنی‌داری بر طول ساقهٔ نهال داشت و تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند که با پژوهش‌های مختلف روی گونه‌های *Prosopis chilensis* [۱۴]، *lophyllum brasiliense* [۱۹] مطابقت داشت. براساس نتایج، بیشترین طول ریشهٔ نهال بنه در تیمارهای شیمیایی (۳۳/۶۸ سانتی‌متر) و دامی- تدریجی (۳۰/۶۷ سانتی‌متر) مشاهده شد (شکل ۳ ج). بیشترین مقدار حجم ریشه در تیمار ورمی‌کمپوست با ۷/۳۴ سانتی‌متر مکعب و کمترین آن در تیمار کود شیمیایی- تدریجی با ۳/۰ سانتی‌متر مکعب مشاهده شد (شکل ۴ د). کودهای شیمیایی با تأمین فوری عناصر مورد نیاز نهال، اثر مهمی در رویش دارند و نیتروژن نیز با حضور در ساختار بخش‌های مختلف سلول گیاهان، تأثیر فراوانی در رشد گیاه دارد [۲۰]. یکی از

مهم‌ترین دلایل اثرگذاری بهتر تیمار کود شیمیایی نسبت به تیمار کود دامی را می‌توان اثرگذاری درازمدت کودهای دامی دانست، درحالی که کودهای شیمیایی عناصر را خیلی سریع در اختیار نهال قرار می‌دهند. Hasani و همکاران [۲۱] با بررسی تأثیر پنج سطح کود اوره و سه سطح کود دامی بیان کردند که تیمارهای دارای بیشترین مقدار نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر عملکرد درختان داشته است. Mohammadi و همکاران [۲۲] نیز در بررسی تأثیر نیتروژن، کود آلی، پتاسیم و آهن در پسته نشان دادند که با کاربرد آمونیوم به‌دلیل اثر نیتروژن و آهن در افزایش کلروفیل، عملکرد محصول افزایش یافته است. به‌طور کلی تأثیر ازت در رشد اندام هوایی گیاهان توسط محققان مختلفی گزارش شده است [۲۲-۲۰].

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست‌آمده در تحقیق حاضر نشان‌دهندهٔ تأثیر معنی‌دار تیمارهای بررسی شده بر خصوصیات کمّی نهال‌های زالزالک، داغداغان و بنه بود. برای گونهٔ زالزالک، کودهای ورمی کمپوست و دامی از بهترین عملکرد برخوردار بودند و بنابراین برای این گونه پیشنهاد می‌شوند. با این‌حال از بین تیمارهای تحت بررسی، دو نوع کود زیستی و زیستی- شیمیایی برای این گونه مناسب نیستند و موجب خشک شدن نهال‌های این گونه شدند. برای گونهٔ بنه، کودهای ورمی کمپوست، ورمی‌کپوست- تدریجی و دامی را می‌توان کودهای مفید و مؤثر برای رشد بهتر این گونه نام برد. با این‌حال تیمار کود زیستی- شیمیایی به‌دلیل اثر منفی و خشک شدن نهال ها برای گونهٔ بنه کاربرد ندارد و توصیه نمی‌شود. برای گونهٔ داغداغان، کودهای زیستی- شیمیایی- تدریجی و دامی تدریجی از عملکرد بهتری نسبت به سایر تیمارهای کوددهی برخوردار بودند و برای این گونه توصیه می‌شوند. همچنین باید گفت که کود زیستی-شیمیایی مناسب این گونه نیست و باعث خشک شدن نهال‌ها در گونه داغداغان شد. به طور کلی اگرچه در پژوهش حاضر نوع کاربرد کود (یکباره یا تدریجی) مورد مقایسه قرار نگرفته است اما براساس نتایج می‌توان بیان کرد کودهایی که به‌صورت تدریجی اضافه شده‌اند مناسب‌تر بوده‌اند. همچنین کودهای ورمی‌کمپوست در تعداد بیشتری از گونه‌های مورد بررسی عملکرد خوبی را نشان داده است و برای استفاده در نهالستان های جنگلی توصیه می‌شود. با توجه به اینکه کود زیستی-شیمیایی در همه گونه های مورد بررسی موجب خشک شدن نهال ها شد، این کود برای استفاده در نهال‌هایی با سن کم و در نهالستان توصیه نمی‌شود و نیاز به تحقیقات بیشتر در زمینهٔ روش و مقدار استفاده از آن است. به هر حال با توجه به مشکلات زیست‌محیطی استفاده از کودهای شیمیایی مانند آلودگی وسیع آب و خاک و نیز هزینهٔ زیاد، باید تا حد امکان استفاده از این کودها را کاهش داد یا در مقیاس کوچک از آنها استفاده کرد. توصیه می‌شود کودهای دامی و همچنین کود ورمی‌کمپوست به‌جای کودهای شیمیایی استفاده شوند.

References

[1]. Razavi, S.A. (2011). Comparison of Soil Characteristics and Biodiversity in Plantations of Bald Cypress and Caucasian Alder (Case Study: Kludeh-Mazandaran Province). Wood & Forest Science and Technology. 17(2): 30-41.

[2]. Blouin, M., Barrere, J., Meyer, N., Lartigue, S., Barot, S., and Mathieu, J. (2019). Vermicompost significantly affects plant growth. A meta-analysis. Agronomy for Sustainable Development. 39 (34): 1-16.

[3]. WeiGui, D., Zeng, F.J., Liu, Z., and Zhang, B. (2013). Root characteristics of *Alhagi sparsifolia* seedlings in response to water supplement in an arid region, northwestern China. Journal of Arid Land. 5(4): 542−551.

[4]. Ashraf, M., Pilevar, B., Sohrabi, A., and Susani, J. (2015). Effects of different soil and fertilizer combinations on germination development of Turkish pine "*Pinus Brutia Ten*." in nursery. Journal of Forest Sustainable development, 1(4): 341-350.

[5]. Verma, R.K. Verma, R.S., Rahman, L.U., Yadav, A.D., Patra, D., and Kalra, A. (2013). Utilization of Distillation Waste Based Vermicompost and other Organic and Inorganic Fertilizers on Improving Production Potential in Geranium and Soil Health. Communications in Soil Science and Plant Analysis.

[6]. Zaferanchi, S., Salmasi, S.Z., Salehi Lisar, S.Y., and Sarikhani, M.R. (2020). Bio-inoculants and organics Influence on mineral nutrition and productivity in *Calendula officinalis* L. Journal of Medicinal Plants and By-products. 1: 43-50.

[7]. Chatterjee, S.K. (2002). Cultivation of medicinal and aromatic plants in India a commercial approach. Acta Horticulture. 576: 191-202.

[8]. Berger, T.W., and Glatzel, G. (2001). Response of *Quercus petraea* seedlings to nitrogen fertilization. Forest Ecology and Management. 149: 1-14.

[9]. Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., and Khanuja, S.P.S. (2005). Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, Nutrient Accumulation, and oil quality of French basil. Commun. Soil Science and Plant Analyze. 36 (13-14): 1737 - 46.

[10]. Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., and Vianello, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biological and Biochemistry. 34: 1527 - 36.

[11]. Jeyabal, A., and Kupposwamy, G. (2001). Recycling of organic wastes for the production of vermicompost and it's response in rice-legume cropping system and soil fertility. European Journal of Agronmy. 15: 70-153.

[12]. Singh, R., Sharma, R.R., Kumar, S., Gupta, P.K., and Patil, R.T. (2008). Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (Fragaria×Ananassa Duch). Bioresource Technology. 99(17): 8507-11.

[13]. Mohammadi, M., Tobeh, A., Vahidipour, H.R., and Fakhari, R. (2013). Effects of biological fertilizers on essential oil components and quantitative and qualitative yield of lemon verbena (*Lippia citriodora*). Intl. J. Agriculture Crop Science. 5(12): 1374 - 80.

[14]. Imo, M, and Timmer, V.R. (2003). Growth, nutrient allocation and water relations of mesquite (*Prosopis chilensis*) seedlings at differing fertilization schedules. Forest Ecology and Management. 55: 279-294.

[15]. 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.

[16]. Hossein, M.M, Shaaban, M.M., and Saady, A.K. (2008). Response of cowpea Grown under salinity stress to PK-flior applications. Journal of American Plant Physiology. 1-8.

[17]. Rahmani, A., Hassani, M., Khoshnevis, M., and Nourshad, M. (2014). The effects of nutrient enrichment on nursery and field growth of Cappadocian Maple (Acer cappadocicum) saplings. Iranian Journal of Forest and Poplar Research. 22(2): 322-331

[18]. Darzi, M.T., Hadi, M.H.S., and Rejali, F. (2012). Effects of the application of vermicompost and nitrogen fixing bacteria on quantity and quality of the essential oil in dill (*Anethum graveolens*). Journal of Medicinal Plants Research. 6(12): 3799-3793.

[19]. 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.

[20]. Oliet, J.A., Puertolas, J., Planelles, R., and Jacobs, D.F. (2013). Nutrient loading of forest tree seedlings to promote stress resistance and field performance: a Mediterranean perspective. New Forests. 44: 649–669.

[21]. Hasani, M., Zamani, Z., Savaghebi, Gh.R., and Tabatabaee, S.Z. (2013). Effect of Urea and Cow Manure on Leaf Nutrients Concentration, Yield and Fruit Quality of Pomegranate (*Punica granatum* L.). Journal of Plant Production Research. 20(2): 1-18.

[22]. Mohammadi, A., Alipour, H., and Ghafari Movafagh, F. (2012). The effect of Different nitrogen and irrigation period on quantitative and qualitative characteristics in pistachio in Kerman. Journal of Plant Production Research. 19(2): 29-38.

The Efficiency of Using Different Fertilizers on Growth of Hawthorn (*monogyna Cratagus*), Hackberry (*Celtis caucasica*), and Persian Turpentine(*Pistacia atlantica*) Seedlings in the Nursery

Faeze Sadat Tarighat; Ph.D. in Forest Ecology, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Rasht, I.R. Iran

Ali Salehi*; Assoc., Prof., of Forest Ecology, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Rasht, I.R. Iran

Teymour Rostami Shahraji; Prof., of Forest Ecology, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Rasht, I.R. Iran

Mehrdad Nikoy; Assoc., Prof., Forest Ecology, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Rasht, I.R. Iran

(Received: 20 May 2021, Accepted: 01 September 2021)

ABSTRACT

To determine the most appropriate type of fertilizer, this study was carried out to investigate the improvement of quantitative characteristics of seedlings of three species of Hawthorn, Hackberry, and Persian Turpentine under different fertilization treatments in the nursery of the General Department of Natural Resources of Zanjan Province. A completely randomized block was designed with biofertilizers, biofertilizers and chemical fertilizers released, vermicompost, compost, animal manure, and chemical fertilizers. At the end of the growing season (early October), to measure the characteristics, at first three pots were randomly selected from each treatment and then the characteristics of collar diameter, main stem height, root, and root volume were measured. Based on the results in hawthorn species, the highest collar diameter was observed in vermicompost-gradual treatment (2.23 cm) and the highest stem length was observed in bio-gradual treatment (0.9 cm). In terms of root volume, vermicompost fertilizer treatment with 33.33 cm^3 showed the highest growth. In Hackberry species, the largest collar diameter in bio-gradual treatment (2.21 cm), the maximum stem length in livestock-gradual treatment (31.67 cm), the maximum root length in vermicompost-gradual treatment (36.68 cm), and the highest root volume was observed in bio-chemical-gradual treatment (25.0 cm^3). In Persian Turpentine species the highest collar diameter in vermicompost treatment (4.06 cm), the maximum stem length in chemical-gradual treatment (10.34 cm), the highest root length of coriander seedlings in chemical treatments (33.68 cm), and the highest amount Root volume was observed in vermicompost treatment with 7.34 cm^3. Biochemical fertilizer treatment in all the studied species caused drying of the seedlings and therefore it is not recommended for using in young seedlings in nurseries.

Keywords: Production of seedlings, Vermicompost, Biofertilizer, Growth, Nursery.

* Corresponding Author; Email: asalehi@guilan.ac.ir, Tel: +989111387734