

اثر کمپوست و قارچ میکوریزا بر خصوصیات رشدی چمن (گونه چچم) (*Lolium perenne* L)

پروانه نظام الملکی^۱، سید محسن نبوی کلات^{۲*}، رضا صدرآبادی حقیقی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

۲- دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

۳- استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

*نویسنده مسئول sm_nabavikalat@yahoo.com

چکیده

به منظور مطالعه اثر کمپوست و قارچ میکوریزا بر برخی خصوصیات رشدی چمن (گونه چچم) یک آزمایش گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در سه تکرار در مرکز تولیدات گیاهی شهرداری مشهد در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ انجام شد. عوامل آزمایش شامل ۵ سطح کمپوست (۰، ۱، ۳، ۵ و ۷ درصد وزنی خاک گلدان) و دو گونه قارچ میکوریزا در چهار سطح [عدم کاربرد (شاهد)، گونه‌های *Glomus*، *Glomus mosseae*، *intraradices* و ترکیب دو گونه] بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کمپوست بر تمام صفات و اثر قارچ میکوریزا بر طول، وزن تر و وزن خشک ریشه، طول برگ، نسبت ریشه به اندام هوایی و میزان کلروفیل معنی دار بود. ولی اثر متقابل دو عامل بر هیچ یک از صفات معنی دار نبود. بر اساس مقایسه میانگین صفات، بیشترین مقادیر تمامی صفات (جز نسبت ریشه به اندام هوایی) در تیمار ۵ درصد وزنی کمپوست به دست آمد. بالاترین نسبت ریشه به اندام هوایی نیز تحت تاثیر ۷ درصد وزنی کمپوست حاصل شد. بیشترین وزن تر، خشک و طول ریشه، نسبت ریشه به اندام هوایی و میزان کلروفیل (عدد اسپد) تحت تاثیر ترکیب دو گونه قارچ میکوریزایی *G. mosseae* و *Glomus intraradices* به دست آمد. به طور کلی نتایج این مطالعه اثر مثبت کاربرد کمپوست بر تمامی خصوصیات رشدی و قارچ میکوریزا بر خصوصیات رشدی چمن را نشان داد.

کلمات کلیدی: حجم ریشه، طول ریشه، میزان کلروفیل، وزن تر، وزن خشک

مقدمه

چمن یکی از گیاهان پوششی متداول در فضای سبز شهری، پارک‌ها و زمین‌های ورزشی می‌باشد. در سال‌های اخیر توجه به موضوع افزایش وسعت فضای سبز شهری سبب افزایش سطح زیر کشت چمن به ویژه در مناطق شهری و فضاهای ورزشی گردیده است. حفظ سرسبزی و شادابی چمن از نکات کلیدی در نگهداری این گونه گیاهی می‌باشد. که نیازمند مصرف مقادیر قابل توجهی کودهای شیمیایی به ویژه کودهای نیتروژن دار می‌باشد. این در حالی است که مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی موجب بروز صدمات زیست محیطی و اختلال حاصل‌خیزی خاک می‌شود، به طور مثال، افزایش یون‌های نترات و نیتريت در خاک و آب‌های جاری و زیر زمینی، سفت و قلیایی شدن خاک و کاهش حاصل‌خیزی آن، افزایش علف‌های هرز و آفات و بیماری‌های گیاهی از پیامدهای عدم توجه به آثار مخرب کاربرد نامحدود این دسته از کودهاست (شیخ‌مرادی و همکاران، ۱۳۹۰؛ گلرنگ و همکاران، ۱۳۹۱؛ صادقی و همکاران، ۱۳۹۳؛ تاتاری و همکاران، ۱۳۹۴؛ مصطفایی و همکاران، ۱۳۹۴؛ نیامانگارا و مزوا، ۲۰۰۱).

در سال‌های اخیر و جهت غلبه بر چنین مشکلاتی و افزایش پایداری در تولید، استفاده از کودهای آلی و زیستی با هدف حذف یا تقلیل چشمگیر مصرف نهاده‌های شیمیایی که بیشترین تاثیر منفی را بر روی محیط زیست می‌گذارند مورد توجه قرار گرفته است (باگو و همکاران، ۲۰۰۰؛ آگ، ۲۰۰۱؛ کاپور و همکاران، ۲۰۰۴).

کودهای زیستی شامل گروهی از ریزموجودات همزیست و آزادی مانند انواع باکتری‌ها و قارچ‌ها هستند که به دلایل متعددی می‌توانند در بهبود رشد گیاه موثر باشند (شائو و جانا، ۲۰۰۰). از جمله این کودهای زیستی قارچ‌های میکوریزا هستند این قارچ‌ها با ایجاد ارتباط همزیستی با ریشه گیاهان ضمن دریافت مواد کربوهیدراتی که عمدتاً به شکل ساکارز می‌باشد مزایای زیادی را برای میزبان خود فراهم می‌کنند (اسمیت و همکاران، ۲۰۱۰). مطالعات متعددی نشان داده است که قارچ‌های میکوریزایی به صورت مستقیم با بهبود تغذیه گیاهان از طریق افزایش جذب عناصر غذایی و آب توسط گیاه و به صورت غیر مستقیم با کاهش تنش‌های زیستی مانند بیماری‌های گیاهی و تنش-

های غیرزیستی مانند خشکی، شوری، فلزات سنگین و غیره سبب افزایش رشد گیاه میزبان می‌شوند. افزایش جذب آب و عناصر غذایی توسط گیاه میزبان به دلیل افزایش سطح جذب ریشه‌ها، از طریق نفوذ میسلیموم قارچ در خاک و نیز دسترسی به حجم بیشتری از خاک عنوان می‌شود (فنگ و همکاران، ۲۰۰۲؛ جفریس و همکاران، ۲۰۰۳). همچنین افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی مانند خشکی می‌تواند علاوه بر بهبود جذب آب ناشی از افزایش جذب عناصری مانند فسفر و سایر عناصر ضروری برای رشد و توسعه گیاه باشد (آگ و همکاران، ۲۰۰۱).

یکی دیگر از راه‌های موثر در اصلاح و افزایش حاصلخیزی خاک بدون نیاز به نهاده‌های شیمیایی مصنوعی استفاده از کودهای آلی مانند کود دامی، کمپوست، لجن فاضلاب و غیره است. کودهای آلی در خاک‌ها باعث افزایش ماده آلی، افزایش مقادیر نیتروژن، فسفر و عناصر کم مصرف نظیر آهن و روی به خاک شده که این امر منجر به بهبود حاصلخیزی خاک می‌گردد (نیامانگارا و مزوا، ۲۰۰۱). کمپوست حاصل از زباله شهری از انواع کودهای آلی است که اخیراً" و با توجه به افزایش تولید زباله‌های شهر و خانگی مورد توجه بسیاری قرار گرفته است. کمپوست عبارت است از پسماند مواد آلی که تحت شرایط تجزیه کنترل شده توسط ریز موجودات قرار گرفته و ضمن کاهش حجم، بسیار از مواد سمی آن از بین رفته باشد (الماسیان و همکاران، ۲۰۰۶؛ استوس و همکاران، ۲۰۰۸).

استفاده از کمپوست موجب کاهش نیاز به استفاده از کودهای شیمیایی و در نتیجه کاهش مضرات ناشی از مصرف کودهای شیمیایی در محیط زیست می‌گردد. در تحقیقات انجام شده مشخص شد افزودن کمپوست زباله به خاک باعث افزایش ماده آلی و بهبود خصوصیات فیزیکی خاک، افزایش قابلیت جذب عناصر، بازیافت و چرخه عناصر در طبیعت، تحریک فعالیت‌های زیستی خاک، افزایش PH خاک، آزادسازی عناصر در خاک به صورت تدریجی، کاهش میزان آبتیوی عناصر غذایی و افزایش آب قابل دسترس گیاه می‌شود (محمدیان و ملکوتی، ۲۰۰۲؛ اقبال و همکاران، ۲۰۰۴؛ الماسیان و همکاران، ۲۰۰۶).

بنابراین هدف از این پژوهش مطالعه اثر همزیستی میکوریزی دو گونه قارچ میکوریزا و کمپوست و اثر متقابل این دو عامل بر خصوصیات رشدی چمن گونه چچم بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ و به منظور مطالعه اثر کمپوست و میکوریزا بر برخی خصوصیات چمن گونه *Lolium perenne* در شرایط گلخانه‌ای و در مرکز تولیدات گیاهی شهرداری مشهد انجام شد. کلیه آزمایش‌های مربوط به اندازه‌گیری صفات نیز در آزمایشگاه سازمان پارک‌های شهرداری مشهد و گروه باغبانی و خاکشناسی دانشگاه فردوسی انجام گرفت. این گونه چمن بومی اروپا، مناطق معتدل آسیا و شمال آفریقا می‌باشد و از چمن‌های فصل سرد محسوب می‌گردد. و نسبت به شرایط خشکی و دما مقاوم نیست. دو مزیت عمده آن قدرت جوانه‌زنی بالا و کیفیت عالی علوفه آن می‌باشد.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. عوامل آزمایش شامل کمپوست در پنج سطح شامل (۰، ۱، ۳، ۵ و ۷ درصد وزنی خاک گلدان) و قارچ میکوریزا در چهار سطح شامل [عدم کاربرد (شاهد)، گونه *Glomus mosseae*، گونه *Glomus intraradices* و ترکیب دو گونه] بود.

خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و کمپوست مورد استفاده به شرح جدول‌های ۱ و ۲ می‌باشد. بر این اساس بافت خاک سبک و از نوع شنی - سیلتی و از نظر میزان ماده آلی و عناصر غذایی پرمصرف مانند ازت، فسفر و پتاس فقیر بود. در حالی که کمپوست مورد استفاده از نظر میزان عناصر غذایی و درصد ماده آلی شرایط مطلوبی داشت. گونه‌های قارچ میکوریزا نیز از شرکت زیست فن‌آور توران، شاهرود تهیه شد.

جهت کشت از گلدان‌هایی با قطر دهانه ۱۷ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر استفاده شد. در زیر هر یک از گلدان‌ها برای جلوگیری از خروج خاک و اطمینان از زه‌کشی، پوکه معدنی نخودی ریخته شد. در هر گلدان با توجه

به حجم آن ۲ کیلوگرم خاک ریخته شد. بذر چمن به میزان ۲۵ گرم در متر مربع در سطح گلدان‌ها ریخته شد. مایه تلقیح مورد نظر به مقدار ۱۰ گرم بصورت مخلوط با خاک به ضخامت یک سانتیمتر روی بذرها پاشیده شد. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت انجام شد. آبیاری‌های بعدی هر دو روز یکبار و به میزان یکسان برای هر گلدان انجام شد.

برای رشد یکنواخت اندام هوایی حدود یک ماه پس از سبز شدن و استقرار کامل چمن، سرزنی از ارتفاع ۵ سانتیمتری سطح خاک گلدان توسط قیچی چمن زنی انجام شد. اندازه‌گیری صفات ۲۰ روز بعد از اولین سرزنی انجام گرفت. در این مرحله ابتدا غلظت کلروفیل با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج اسپد مدل ۵۰۲ و با ۵ قرائت از هر گلدان انجام گرفت و سپس میانگین آنها به عنوان عدد اسپد قرائت شده ثبت شد. برای اندازه‌گیری طول برگ و وزن تر و خشک اندام هوایی بوته‌های هر گلدان از سطح خاک قطع و پس از اندازه‌گیری طول برگ بر روی ۱۰ نمونه تصادفی از هر گلدان، وزن تر و خشک تمام گیاهان در هر گلدان با استفاده از ترازوی دیجیتال مدل GF-300 با دقت ۰/۰۰۱ گرم تعیین شد. جهت اندازه‌گیری وزن خشک اندام هوایی، گیاهان هر گلدان در ورقه‌های آلومینیمی پیچیده و به مدت ۷۲ ساعت داخل آون با حرارت ۷۵ درجه سانتیگراد قرار داده شد تا خشک شوند و سپس توزین نمونه‌ها انجام شد.

برای اندازه‌گیری طول، وزن تر و خشک و حجم ریشه، خاک هر گلدان همراه با ریشه‌ها از گلدان خارج و بر روی یک سطح شیبدار قرار گرفت و به آرامی به گونه‌ای شسته شدند که ریشه‌ها به صورت کامل و با حداقل آسیب‌دیدگی از خاک خارج شوند. ریشه‌های جدا شده بلافاصله به یخچال انتقال یافتند تا از پوسیدگی و از دست دادن رطوبت جلوگیری شود. حجم ریشه‌ها به وسیله اندازه‌گیری اختلاف حجم ایجاد شده پس از قرار دادن ریشه‌ها در حجم مشخصی از آب (قانون ارشمیدس) محاسبه شد. سپس طول ریشه‌ها و وزن تر ریشه‌ها به دقت اندازه‌گیری شد. وزن خشک ریشه‌ها نیز پس از پیچیده شدن ریشه‌ها در ورقه‌های آلومینیمی و قرار دادن در آون با دمای ۷۵

درجه سانتیگراد به مدت ۷۲ ساعت تعیین شد. همچنین صفاتی مانند وزن خشک کل، نسبت طول ریشه به طول اندام هوایی محاسبه شد.

جهت مدیریت داده‌ها و تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار های Excel و Mstat-c استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مورد استفاده

شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	فسفر (قسمت در میلیون)	منیزیم (قسمت در میلیون)	سدیم (قسمت در میلیون)	پتاس (قسمت در میلیون)	ازت (درصد)	ماده آلی (درصد)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)
۵۸	۲۵	۱۷	۱۲/۵	۱/۴	۲/۱	۱۲۵	۰/۰۵۹	۰/۳۵	۷/۸	۱/۹۸

جدول ۲- خصوصیات فیزیکوشیمیایی کمپوست مورد استفاده

ظرفیت تبادل کاتیونی (میلی اکی والان بر متر مکعب)	دانسیته (کیلوگرم بر متر مکعب)	نسبت جذب سدیمی	نسبت آمونیم به نترات	رطوبت (درصد)	کربن به ازت (درصد)	فسفر (درصد)	پتاس (درصد)	ازت (درصد)	ماده آلی (درصد)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)
۱۲۱/۵	۶۰۰	۹/۲	۲/۳	۱۱/۱۱	۱/۴	۱/۱۳	۰/۸	۱/۳۵	۴۷	۷/۲۹	۶/۰۳

نتایج

نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر کمپوست بر همه صفات در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود ولی اثر قارچ میکوریزا تنها بر طول و وزن تر ریشه در سطح احتمال ۱ درصد و بر وزن خشک ریشه، طول برگ، نسبت ریشه به اندام هوایی و محتوی کلروفیل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل دو عامل هم تاثیر معنی‌داری بر صفات مورد مطالعه نداشت (جدول ۳).

وزن تر و خشک اندام هوایی

مقایسه میانگین وزن تر اندام هوایی تحت تاثیر مقادیر مختلف کمپوست نشان داد که بیشترین وزن تر در سطح ۵ درصد وزنی کمپوست به دست آمد. هر چند که تفاوت میانگین وزن تر در این سطح از کمپوست با سطوح ۳ و ۷ درصد از نظر آماری معنی‌دار نبود ولی تفاوت آن با سطح صفر و ۱ درصد وزنی کمپوست معنی‌دار بود (جدول ۴). میانگین وزن تر اندام هوایی در سطح ۵ درصد وزنی کمپوست نسبت به سطح صفر حدود ۱۲ درصد افزایش را نشان داد.

بررسی اثر کمپوست بر وزن خشک اندام هوایی نشان داد که بیشترین وزن خشک در سطح ۵ درصد وزنی کمپوست به دست آمد که تفاوت آن با دیگر سطوح معنی‌دار بود (جدول ۵). میانگین وزن خشک اندام هوایی در سطح ۵ درصد وزنی کمپوست نسبت به سطح صفر حدود ۲۷ درصد افزایش را نشان داد.

طول برگ

مقایسه میانگین طول برگ تحت تاثیر مقادیر مختلف کمپوست نشان داد که بیشترین طول برگ در سطح ۵ درصد وزنی کمپوست به دست آمد. که تفاوت آن با میانگین طول برگ تحت تاثیر سایر مقادیر کمپوست معنی‌دار

بود. افزایش میانگین طول برگ در این میزان از کاربرد کمپوست نسبت به عدم استفاده از کمپوست در حدود ۲۸ درصد بود (جدول ۴).

بررسی اثر قارچ میکوریزا بر میانگین طول برگ نشان داد که بیشترین طول برگ مربوط به تلقیح دو گونه قارچ مایکوریزا (*Glomus interadices* و *G. mosseae*) بود. هرچند که تفاوت میانگین طول برگ تحت تاثیر تلقیح توام دو گونه با تلقیح گونه *Glomus intraradices* از نظر آماری معنی‌دار نبود ولی تفاوت آن با تلقیح *G. mosseae* و عدم تلقیح معنی‌دار بود (جدول ۵).

طول و حجم ریشه

بررسی اثر کمپوست بر میانگین طول ریشه نشان داد که بیشترین طول ریشه در سطح ۵ درصد وزنی کمپوست به دست آمد. هرچند که تفاوت آن در این سطح از کمپوست با سطح ۷ درصد وزنی از نظر آماری معنی‌دار نبود. ولی تفاوت میانگین طول ریشه در این دو سطح از کمپوست با سایر سطوح معنی‌دار بود. افزایش طول ریشه در سطح ۵ درصد وزنی کمپوست نسبت به سطح صفر حدود ۲۹ درصد بود (جدول ۴).

مقایسه میانگین طول ریشه تحت تاثیر قارچ میکوریزا نشان داد که بیشترین طول ریشه مربوط به تیمار تلقیح دو گونه مایکوریزا (*Glomus interadices* و *G. mosseae*) بود. هرچند که تفاوت میانگین طول ریشه در این تیمار با تلقیح گونه *Glomus intraradices* از نظر آماری معنی‌دار نبود ولی تفاوت آن با تلقیح گونه *G. mosseae* و عدم تلقیح معنی‌دار بود. میانگین طول ریشه تحت تاثیر دوگونه نسبت به سطح عدم تلقیح ۲۹ درصد افزایش را نشان داد (جدول ۵).

مقایسه میانگین حجم ریشه تحت تاثیر مقادیر مختلف کمپوست نشان داد که بیشترین حجم ریشه در سطح ۵ درصد وزنی کمپوست به دست آمد. تفاوت میانگین حجم ریشه در این سطح از کمپوست با سطح ۷ درصد وزنی از

نظر آماری معنی دار نبود ولی تفاوت آن با سطح ۰، ۱ و ۳ درصد وزنی معنی دار بود. در این سطح از کمپوست حجم ریشه نسبت به سطح صفر در حدود ۴۵ درصد افزایش را نشان داد (جدول ۴).

وزن تر و خشک ریشه

بررسی اثر کمپوست بر وزن تر ریشه نشان داد که با افزایش مقادیر کمپوست میانگین وزن تر ریشه افزایش یافت به طوری که بیشترین وزن تر ریشه در سطح ۵ درصد وزنی کمپوست به دست آمد. اما تفاوت میانگین وزن تر ریشه در این سطح از کمپوست با سطح ۷ درصد وزنی از نظر آماری معنی دار نبود ولی تفاوت آن با سایر سطوح کمپوست معنی دار بود. کاربرد کمپوست به میزان ۵ درصد وزنی در مقایسه با عدم کاربرد کمپوست سبب افزایش وزن تر ریشه به میزان حدود ۴۳ درصد شد (جدول ۴).

مقایسه میانگین وزن خشک ریشه تحت تاثیر مقادیر مختلف کمپوست نشان داد که بیشترین وزن خشک در سطح ۵ و ۷ درصد وزنی کمپوست به دست آمد. تفاوت میانگین وزن خشک ریشه در این دو سطح از کمپوست از نظر آماری معنی دار نبود ولی تفاوت آن با دیگر سطوح کمپوست معنی دار بود. افزایش میانگین وزن خشک ریشه تحت تاثیر این مقادیر از کمپوست نسبت به سطح صفر حدود ۵۲ درصد بود (جدول ۴).

مقایسه میانگین وزن تر و خشک ریشه تحت تاثیر قارچ میکوریزا نشان داد که بیشترین مقادیر میانگین این دو صفت مربوط به تیمار تلقیح دو گونه مایکوریزا (*Glomus interadices* و *G. mosseae*) بود. هرچند که تفاوت میانگین وزن تر و خشک ریشه تحت تاثیر این تیمار با میانگین این صفات در تیمار تلقیح گونه *Glomus intraradices* از نظر آماری معنی دار نبود اما تفاوت آنها با تیمار تلقیح گونه *G. mosseae* و عدم تلقیح معنی دار بود (جدول ۵).

وزن کل ماده خشک

مقایسه میانگین وزن کل ماده خشک تحت تاثیر مقادیر مختلف کمپوست نشان داد که بیشترین وزن کل ماده خشک در سطح ۵ درصد وزنی کمپوست به دست آمد. تفاوت میانگین وزن کل ماده خشک در این درصد وزنی کمپوست با سایر سطوح کمپوست معنی دار بود. افزایش میانگین وزن کل ماده خشک در این سطح از کمپوست نسبت به سطح صفر حدود ۳۸ درصد بود (جدول ۴).

نسبت طول ریشه به طول اندام هوایی

مقایسه میانگین نسبت طول ریشه به اندام هوایی تحت تاثیر مقادیر مختلف کمپوست نشان داد که بیشترین نسبت در سطح ۷ درصد وزنی کمپوست به دست آمد که تفاوت آن با سطوح دیگر کمپوست معنی دار بود. در این سطح از کمپوست میانگین نسبت طول ریشه به اندام هوایی نسبت به سطح صفر حدود ۳۹ درصد افزایش را نشان داد (جدول ۴).

بررسی نسبت طول ریشه به طول اندام هوایی تحت تاثیر قارچ میکوریزا نشان داد که بیشترین نسبت طول ریشه به طول اندام هوایی مربوط به تلقیح دو گونه مایکوریزا (*Glomus interadices* و *G. mosseae*) بود تفاوت میانگین نسبت ریشه به طول اندام هوایی تحت تاثیر تیمار دو گونه با میانگین نسبت ریشه به اندام هوایی در تیمار با گونه *Glomus intraradices* معنی دار نبود ولی با سایر تیمارها تفاوت معنی دار وجود داشت. میانگین نسبت ریشه به اندام هوایی در نتیجه تلقیح با این دو گونه نسبت به تلقیح با گونه *G. mosseae* که در پایین ترین سطح قرار داشت ۱۲ درصد افزایش را نشان داد (جدول ۵).

محتوی کلروفیل (عدد اسپد)

مقایسه میانگین میزان کلروفیل تحت تاثیر مقادیر مختلف کمپوست نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل در سطح ۵ درصد وزنی کمپوست به دست آمد. که تفاوت آن با سایر سطوح کمپوست معنی دار بود. میانگین میزان کلروفیل در سطح ۵ درصد وزنی کمپوست نسبت به سطح صفر حدود ۳۹ درصد افزایش را نشان داد (جدول ۴).

مقایسه میانگین میزان کلروفیل تحت تاثیر قارچ میکوریزا نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل مربوط به تلقیح دو گونه مایکوریزا (*Glomus intraradices* و *G. mosseae*) بود. تفاوت میانگین میزان کلروفیل تحت تاثیر کاربرد دو گونه با میانگین میزان کلروفیل دیگر تیمارها از نظر آماری معنی دار بود. میانگین میزان کلروفیل در تیمار تلقیح با دو گونه *Glomus intraradices* و *G. mosseae* نسبت به سطح عدم تلقیح ۸ درصد افزایش را نشان داد (جدول ۵).

بحث

نتایج این مطالعه اثر مثبت کاربرد کود آلی کمپوست و میکوریزا بر خصوصیات رویشی چمن در گونه مورد مطالعه را نشان داد. بر اساس نتایج، افزایش مقادیر کمپوست سبب بهبود و افزایش مقادیر تمام صفات اندازه‌گیری شد. به طوری که بالاترین مقادیر صفات در سطح ۵ و ۷ درصد وزنی کمپوست به دست آمد ولی با توجه به این که تفاوت میانگین صفات در این دو سطح از نظر آماری معنی‌دار نبود مطابق این نتایج مقدار ۵ درصد وزنی کمپوست می‌تواند مناسب‌ترین میزان کاربرد این کود آلی در گونه چمن مورد مطالعه باشد.

مشابه نتایج این پژوهش، تاثیر مثبت کاربرد کودهای آلی بر رشد رویشی گیاهان مختلف در مطالعات متعددی گزارش شده است. به طور مثال آتیا و همکاران (۲۰۰۹) افزایش معنی‌دار وزن تر و خشک و ارتفاع گیاه زوفا و شریفی و همکاران (۲۰۱۰) افزایش وزن تر و خشک گل جعفری تحت تاثیر کمپوست را گزارش کردند. در مورد دلایل تاثیر مثبت کمپوست بر رشد گیاهان محققین معتقد هستند. وجود مقادیر بالای عناصر غذایی به ویژه نیتروژن و فسفر در کمپوست زباله شهری از مهم‌ترین دلایل می‌باشد. از طرفی علاوه بر عناصر غذایی، مواد آلی مانند

کمپوست و ورمی کمپوست دارای مقادیر زیادی مواد هیومیکی می باشند که این مواد از طریق بهبود زیست فراهمی عناصر غذایی خاص مانند آهن و روی و اثر مستقیم بر متابولیسم گیاهی باعث افزایش رشد و بیوماس گیاه می گردند (تارتورا، ۲۰۱۰). همچنین سعیدنژاد و همکاران (۲۰۱۰) اعتقاد دارند مصرف کودهای آلی با آزادسازی تدریجی عناصر غذایی، اصلاح خصوصیات فیزیکی خاک و در نتیجه سهولت جذب آب توسط گیاه باعث بهبود رشد رویشی گیاهان می گردند.

در این پژوهش، کاربرد کمپوست سبب شد محتوی کلروفیل برگ که شاخصی از شادابی و سرسبزی گیاه و بهبود فتوسنتز می باشد افزایش یابد. در این زمینه لی فیلد و همکاران (۲۰۰۲) معتقدند با افزایش کمپوست میزان کربن آلی و نیتروژن خاک افزایش می یابد و از آنجا که نیتروژن به طور مستقیم در ساختار کلروفیل نقش دارد افزایش آن در محیط رشد گیاه منجر به افزایش میزان کلروفیل گیاه خواهد شد.

اعمال دو گونه قارچ میکوریزا با هم سبب بهبود خصوصیات رشدی برخی صفات، بخصوص صفات ریشه از قبیل طول، وزن تر و وزن خشک ریشه شد. اثرات مثبت کاربرد قارچ میکوریزا بر رشد گیاهان در مطالعات دیگر محققین نیز گزارش شده است. به طور مثال: بیابانی و همکاران (۲۰۱۶) مشاهده کردند که تلقیح میکوریزا به طور معنی داری طول ریشه، وزن خشک ریشه و نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک اندام هوایی یونجه را افزایش داد. اسماعیل پور و همکاران (۲۰۱۳) نیز افزایش میزان کلروفیل مرزه در نتیجه کاربرد قارچ میکوریزا آربوسکولار در شرایط تنش خشکی را گزارش کردند.

در مورد اثرات میکوریزا بر خصوصیات رشدی گیاهان به نظر می رسد دلیل این امر تاثیر مفید مایکوریزا در جذب آب و عناصر مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن و فراهم نمودن فسفر غیرقابل جذب خاک از طریق تولید ریشه و توسعه ریشه می باشد (روسو و همکاران، ۲۰۰۵). همچنین برخی از بررسی ها اثر مثبت قارچ میکوریزا را در افزایش

طول و عمق نفوذ ریشه گیاهان در ارتباط با کلونیزاسیونی که این قارچها با ریشه ایجاد می‌کنند و در نهایت اثر بر جذب عناصر غذایی اثبات کرده‌اند (اصغری و همکاران، ۲۰۰۵).

بسیاری از مطالعات انجام شده در مورد کاربرد کودهای آلی از قبیل کمپوست و میکوریزا نشان داده است که با افزایش مقادیر کود کمپوست اثر میکوریزا کاهش داشته است. ولی در این مطالعه اثرات متقابل دو عامل کمپوست و میکوریزا فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بود. بنابراین نمی‌توان چنین موردی را مورد نتیجه‌گیری و تایید قرار داد.

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده (میانگین مربعات)

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن تر اندام هوای	وزن خشک اندام هوایی	طول برگ	طول ریشه	حجم ریشه	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن کل ماده خشک	نسبت ریشه به اندام هوایی	محتوی کلروفیل
کمپوست (A)	۴	۰/۶۱۲**	۴/۰۹**	۲۷/۷۵**	۳۷۴/۰۶*	۴/۴۴**	۷۹/۸**	۹/۱۷**	۲۲/۹**	۰/۲۲۹**	۴۲۲/۷۴**
قارچ میکوریزا (B)	۳	۰/۳۰۴ ns	۰/۵۰۱ ns	۵/۱۱*	۵۰/۴ns	۰/۳۷ns	۴/۰۹**	۰/۸*	۲/۲۵ns	۰/۰۱۶*	۲۵/۸۵*
A×B	۱۲	۰/۰۶۹ ns	۰/۱۶۷ ns	۰/۷۱۱ ns	۹/۷۱ns	۰/۴۱ns	۰/۴۱ns	۰/۱۰۸ns	۰/۴۴ns	۰/۰۰۴ ns	۹/۸۰ ns
خطا	۴۰	۰/۶۴۱	۰/۶۲۱	۱/۲۵۳	۸/۸۵	۰/۴۳	۰/۹۶	۰/۳	۱/۶۲	۰/۰۰۶	۷/۶۰
ضریب تغییرات (درصد)		۸/۲۵	۱۶	۳/۶	۷/۴۳	۲۲	۸/۴	۱۷/۲	۱۷/۴	۱/۹۸	۸/۴

ns, * و ** به ترتیب نشانگر عدم اختلاف معنی دار و معنی دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده تحت تاثیر کمپوست

کمپوست (درصد وزنی)	وزن تر اندام هوایی (گرم)	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	طول برگ (سانتی متر)	حجم ریشه (میلی لیتر)	وزن تر ریشه (سانتی متر)	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن کل ماده خشک (گرم)	طول ریشه (سانتی متر)	نسبت طول ریشه به طول اندام هوایی	میزان کلروفیل (عدد اسپد)
۰	۹/۱b	۴/۲c	۹/۹c	۲d	۸/۳d	۲/۰۹d	۶/۲۹d	۳۲/۹d	۰/۴۹d	۲۶/۹b
۱	۹/۵b	۴/۷bc	۱۰/۸c	۲/۸c	۱۰c	۲/۵۷c	۷/۲۷cd	۳۶/۵c	۰/۵۴d	۲۷/۸d
۳	۹/۸ab	۵/۱b	۱۲/۴b	۳/۰۲bc	۱۱/۵b	b۳/۱۷	۸/۲۸bc	۳۹/۵b	۰/۶۳c	۳۱/۲c
۵	۱۰/۳a	۵/۷a	۱۳/۷a	۳/۶a	۱۴/۴a	۴/۱a	۹/۹۳a	۴۶/۱a	۰/۷۱b	۴۰/۷a
۷	۹/۷ab	۴/۷bc	۱۲/۷b	۳/۴ab	۱۳/۹a	۳/۹۲a	۸/۶۴b	۴۴/۹a	۰/۸a	۳۶/۸a

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده تحت تاثیر میکوریزا

میزان کلروفیل (عدداسپد)	نسبت طول ریشه به طول اندام هوایی	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	طول ریشه (سانتی متر)	طول برگ (سانتیمتر)	گونه میکوریزا
۳۱/۸b	۰/۶۳ab	۲/۹۸b	۱۱c	۳۷/۹c	۱۱/۳c	عدم تلقیح
۳۱/۹b	۰/۶۰b	۲b	۱۱/۴bc	۳۹/۱bc	۱۱/۵bc	<i>G. mosseae</i>
۳۲/۴b	۰/۶۴ab	۳/۲ab	۱۱/۹ab	۴۰/۹ab	۱۲/۳ab	<i>G. intraradices</i>
۳۴/۶a	۰/۶۸a	۳/۴۶a	۱۲/۲a	۴۲/۱a	۱۲/۵a	<i>G. mosseae + G. intraradices</i>

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند.

منابع

- ۱- الماسیان، ف.، آستارایی، ع. ر. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۵. تاثیر شیرابه و کمپوست زباله شهری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گندم. نشریه دو فصلنامه بیابان، (۱) ۱۱: ۸۹-۸۸.
- ۲- اسماعیل پور، ب.، جلیل وند، پ. و هادیان، ج. ۱۳۹۲. تاثیر تنش خشکی و قارچ میکوریزا بر برخی از صفات مورفوفیزیولوژیک و عملکرد مرزه (*Satureja hortensis L.*). نشریه بوم شناسی کشاورزی، (۲) ۵: ۱۶۹-۱۷۷.
- ۳- بیابانی، ع.، کاوسی، ف.، قلی زاده، ع.، قولر عطا، م. و دعایی، ف. ۱۳۹۴. اثر تلقیح میکوریزا، مصرف فسفر و شوری آب بر صفات مورفولوژیکی و غلظت فسفر اندام هوایی یونجه. نشریه تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژیکی گیاهی، (۲) ۲: ۷۵-۸۸.
- ۴- تاتاری، م.، فتوحی، ر.، موسوی، ا. و اعتمادی، ن. ۱۳۹۴. بررسی برخی خصوصیات مورفولوژیک سه گونه چمن در شرایط تنش خشکی. دو فصلنامه علمی-پژوهشی خشک بوم، (۲) ۵: ۲۷-۱۱.
- ۵- صادقی، ا.، اعتمادی، ن.، شمس، م. و نیازمند، ف. ۱۳۹۳. اثر تنش خشکی بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک چمن بومی علف گندمی بیابانی (*Agropyron deseurumrt*) و چمانواش بلند (*Festuca arundinaceae Schreb*). نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، (۴) ۲۸: ۵۵۳-۵۴۴.
- ۶- سعیدنژاد، ا. ح. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۹. ارزیابی اثر مصرف کمپوست، ورمی کمپوست و کودهای دامی روی عملکرد، اجزای عملکرد و درصد اسانس زیره سبز (*Cuminum cyminum*). نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، (۲) ۲۴: ۱۴۸-۱۴۲.
- ۷- شریفی، م.، افیونی، م. و خوش گفتارمنش، ا. ح. ۱۳۸۹. تاثیر لجن فاضلاب، کمپوست زباله شهری و کود گاوی بر رشد و عملکرد و جذب آهن، روی، منگنز و نیکل در گل جعفری. نشریه علوم و فنون کشت های گلخانه ای، (۲) ۱: ۴۳-۵۴.
- ۸- شیخ مرادی، ف.، ارجی، ع.، اسماعیلی، ا. و عبدوسی، و. ۱۳۹۰. بررسی اثر دور آبیاری و پلیمر سوپر جاذب روی برخی خصوصیات کیفی چمن اسپورت. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، (۲) ۲۵: ۱۷۰-۱۷۷.
- ۹- گلرنگ، م.، شور، م.، تهرانی فر، ع. و موسوی، س. م. ج. ۱۳۹۱. اثر نوع بستر و شبکه های کاشت روی صفات کیفی چمن رول (قطعه ای). نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، (۴) ۲۶: ۳۸۵-۳۹۳.

- ۱۰- محمدیان، م. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۱. ارزیابی تاثیر دو نوع کمپوست بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد ذرت. نشریه علوم خاک و آب، (۲): ۱۶-۱۵۱. ۱۴۴.
- ۱۱- مصطفائی، ا.، روزیان، م. ر.، اعتمادی، ن. و عرب، م. ۱۳۹۴. ارزیابی مقاومت به خشکی در دو گونه چمن بومی ایران. نشریه فرآیند و کارکرد گیاهی، (۴): ۱۴-۴۰. ۳۱.
- 12- Asghari, H. R., Chittleborough, D. J., Smith, F. A. and Smith, S. E. 2005. Influence of arbuscular mycorrhizal (AM) symbiosis on phosphorus leaching through soil cores. *Plant Soil*, 275(1-2): 181-193.
- 13- Ateia, E. M., Osman, Y. A. H. and Meawad, A. E. A. H. 2009. Effect of organic fertilization on yield and active constituents of *Thymus vulgaris* L. under North Sinai conditions. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5(4): 555-565.
- 14- Auge, R. M. 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhizae*, 11: 3-42.
- 15- Auge, R. M., Stodola, A. J. W., Tims, J. E. and Saxton, A. M. 2001. Moisture retention properties of a mycorrhizal soil. *Plant and Soil*, 230: 87-97.
- 16- Bago, B., Feffer, P. E. and Shachar-Hill, Y. 2000. Carbon metabolism and transport in arbuscular mycorrhizal. *Plant Physiology*, 124: 949-957.
- 17- Eghball, B., Ginting, D. and Gilley, J. E. 2004. Residual effects of manure and compost application on corn production and soil properties. *Agronomy Journal*, 96: 442-447.
- 18- Feng, G., Zhang, F. S., Li X, L., Tian, G. Y. and G. Tang, G. 2002. Improved tolerance of maize plants to salt stress by arbuscular mycorrhizal in related to higher accumulation of soluble sugars in roots. *Mycorrhiza*, 12: 185-190.
- 19- Jeffries, P., Gianinazzi, S., Perotto, S., Turnan, K. and Barea, J. M. 2003. The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. *Biology and Fertility of Soils*, 37: 1-16.
- 20- Kapoor, R., Giri, B. and Mukeri, K. G. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* Mill on mycorrhizal inoculation supplemented with p-fertilizer. *Bioresource Technology*, 93: 307-311.
- 21- Leifeld, J., Siebert, S. and Kogel-Knabner, I. 2002. Changes in the chemical composition of soil organic matter after application of compost. *European Journal of Soil Science*, 53(2): 299-311.
- 22- Nymangara, J. and Mzezwa, J. 2001. Effect of long-term application of sewage sludge to a grazed pasture on organic carbon and nutrients in clay soil in Zimbabwe. *Nutrient Cycling Agroecosystems*, 59(1): 13-18.
- 23- Ostos, J. C., Lopez-Garrido, R., Murillo, J. M. and Lopez, R. 2008. Substitution of peat for municipal solid waste – and sewage sludge – based compost in nursery growing media: Effects on growth and nutrition of the native shrub *Pistacia lentiscus* L. *Bioresource Technology*, 99(6): 1793-1800.

- 24- Russo, A., Felici, C., Toffanin, A., Gotz, M., Collados, C., Barea, J. M., Monne-Loccoz, Y., Smalla, K., Vanderleyden, J. and Muti, M. 2005. Effect of *Azospirillum* inoculants on arbuscular mycorrhizal establishment in wheat and maize plants. *Biology and Fertility of Soils*, 41(5): 301-309.
- 25- Sahu, S. N. and Jana, B. B. 2000. Enhancement of the fertilizer value of rock phosphate engineered through phosphate-solubilizing bacteria. *Ecological Engineering*, 15(1-2): 27-39.
- 26- Smith, S. E. F., Facelli, E. and Pope, S. 2010. Plant performance in stressful environment: interpreting new and established knowledge of the roles of arbuscular mycorrhizas. *Plant and Soil*, 326: 3-20.
- 27- Tartoura, A. H. 2010. Alleviation of oxidative stress induced by drought application of compost in wheat (*Triticum aestivum* L.) plants. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environment Science*, 9(2): 208-216.

The effect of mycorrhizal fungi and compost on growth characteristics of lawn (Ray grass/ Perennial ryegrass) species (*Lolium perenne* L.)

Nezamolmolki, P¹., Nabavi Kalat, S. M^{2*}. and Sadrabadi Haghighi, R³

1- M.Sc, Student of Agroecology, Islamic Azad University, Mashhad Branch, Iran

2- Associate Professor, Islamic Azad University, Mashhad Branch. Iran

3- Professor, Islamic Azad University, Mashhad Branch, Iran

Corresponding author: sm_nabavikalat@yahoo.com

Abstract

In order to study the effect of mycorrhizal fungi and compost on some of the growth characteristics of lawn (Ray grass/Perennial ryegrass) a greenhouse experiment was conducted in factorial in completely randomized design with 3 replications at Plant Productions Center, Mashhad Municipality, during cropping season 2015-2016, Mashhad, Iran. The factors were included five levels of compost (0, 1, 3, 5, and 7 Wt% flower pot soil) and two species of mycorrhizal fungi in four levels (Without application (Control), *Glomus intaradices*, *Glomus mosseae* and *Glomus intaradices* + *Glomus mosseae*). The result of variance analysis showed that the effect of compost on all traits, and mycorrhizal fungi on leaf length, root length, root fresh and dry weight, root length / shoot length and chlorophyll content were significant. However the effect of interaction between the two factors on traits was not significant. Based on mean comparison of traits, the highest amount of all traits (Expect: root length/shoot length) were obtained by 5% compost. The highest amount of root length/shoot length obtained by 7% compost. The most root length, root fresh and dry weight and root length/shoot length were influenced by *Glomus intaradices* + *Glomus mosseae* application. Overall, the results of this study showed positive effect of the application of compost on all traits and mycorrhizal fungi on root growth characteristics of lawn.

Keywords: chlorophyll content, Dry weight, Fresh weight, root length, root volume