Archive of SID

به زراعی کشاورزی
دوره ۱۸ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۵
صفحه‌های ۷۴۱-۷۲۷

بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی چمن اسپورت با کاربرد اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست

مریم خسروی بابادی[۱]، سعید ریزی[۲]، رحیم برزگر[۲]* و غلامرضا ربیعی[۲]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد – ایران
۲. استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد – ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۶/۱۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۸/۳۰

چکیده

به منظور بررسی اثر کاربرد ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک بر ویژگی‌های کمی چمن فرش، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی در سه تکرار در دانشگاه شهرکرد، انجام شد. تیمارهای اعمال شده شامل ورمی‌کمپوست (صفر، پنج، ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی) و اسید هیومیک (صفر، ۱۵۰ و ۲۵۰ گرم در مترمربع) بودند. صفات مورد ارزیابی شامل غلظت نیتروژن و فسفر اندام هوایی، ارتفاع اندام هوایی، وزن تر و خشک اندام هوایی، طول ریشه، وزن تر و خشک کل ریشه، وزن تر و خشک ریشه چمن فرش بودند. نتایج نشان داد که استفاده از اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست بر وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه چمن فرش، وزن خشک کل ریشه، وزن تر کل ریشه، غلظت نیتروژن و فسفر اندام هوایی اثر مثبت و معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد داشت. تیمار ۱۵ درصد حجمی ورمی‌کمپوست و ۱۵۰ گرم در مترمربع اسید هیومیک، بیشترین تأثیر مثبت را بر صفات اندازه‌گیری شده داشتند و موجب افزایش نیتروژن (۲۵/۴ درصد)، فسفر (۳۹/۶ درصد)، وزن خشک هوایی (۴۹/۷ درصد)، وزن تر کل ریشه (۸۳/۳ درصد)، وزن خشک کل ریشه (۲۱۵ درصد) و وزن خشک ریشه چمن فرش (۲۰۴ درصد) شدند. در تحقیق حاضر، کاربرد اسید هیومیک همراه با ورمی‌کمپوست سبب افزایش جذب عناصر نیتروژن و فسفر توسط ریشه درنهایت موجب افزایش ویژگی‌های کمی چمن فرش گردید.

کلیدواژه‌ها: ارتفاع بخش هوایی، وزن خشک ریشه، کیفیت ظاهری، فسفر، نیتروژن

* نویسنده مسئول
Email: barzegar56@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

امروزه استفاده از منابع غیرآلاینده و سازگار با محیط زیست، برای تأمین بستر رشد گیاهان، توجه بیشتر محققان را جلب کرده است. خطر آلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی به دنبال استفاده از منابع آلاینده سبب شده که بسترهای کشت جایگزین از کاربرد و اهمیت بیشتری برخوردار باشند [۱۲]. از مواد آلی مختلف به تنهایی و یا مخلوط با ترکیبات دیگر می‌توان به منظور افزایش نگهداری آب و مواد غذایی و کاهش وزن مخصوص بستر و همچنین افزایش استحکام چمن فرش استفاده نمود [۲]. ورمی‌کمپوست به عنوان یک ماده هوموسی پایدار، با دارا بودن بافتی نرم و اسفنج‌مانند، ظرفیت نگهداری آب زیادی دارد. همچنین دارای عناصر غذایی قابل دسترس و موردنیاز برای گیاه نظیر گوگرد، منیزیم، پتاسیم، کلسیم، فسفر و نیتروژن می‌باشد [۲۶].

استفاده از ۷۵ و ۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست بیشترین عملکرد را در کلروفیل، پنجه‌زنی و سرعت رشد نسبی چمن داشته است و استفاده از ورمی‌کمپوست با ۷۵ درصد به عنوان جایگزین مناسب بستر کشت می‌تواند تأثیر به‌سزایی در صفات مورفولوژیک (کلروفیل، پنجه‌زنی و سرعت رشد نسبی) گیاه پوششی چمن داشته باشد [۵]. با بررسی ویژگی‌های گل اطلسی با کاربرد ورمی‌کمپوست و زئولیت مشخص شد که کاربرد زئولیت و ورمی‌کمپوست موجب افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاه، وزن خشک ریشه، تعداد گل، تعداد برگ، قطر گل و ارتفاع نهایی گیاه و غلظت عناصر نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم و کلسیم در گیاه شد [۶].

نتایج اندازه‌گیری عناصر کم‌مصرف در اندام هوایی گیاهان، کارآمدی مصرف کود بیولوژیک (کمپوست و ورمی‌کمپوست) را در افزایش جذب عناصر کم‌مصرف، به‌ویژه عنصر آهن نشان داد و در تمامی موارد مصرف کودهای بیولوژیک سبب افزایش جذب این عناصر شد و بهترین نتایج در اغلب موارد با استفاده از تیمار سه درصد وزنی ورمی‌کمپوست و پنج درصد کمپوست به‌دست آمد [۱۵]. تحقیقات در زمینه اثر فسفر، ورمی‌کمپوست و زئولیت بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل آهار نشان داد که بیشترین مقدار پارامترهای رویشی مانند وزن خشک ریشه، غلظت عناصر فسفر، روی و آهن در اندام هوایی گیاه مربوط به تیمار ۱۰ درصد وزنی ورمی‌کمپوست بود [۴].

امروزه استفاده از تحریک‌کننده‌های زیستی از جمله ترکیبات هوموسی در مدیریت چمن بسیار مرسوم و معمول شده است. از جمله اهداف استفاده از این ترکیبات افزایش سرعت استقرار و تحریک تحمل چمن به تنش‌ها است که یکی از این محرک‌های زیستی، ترکیبات هوموسی است [۳۰]. اسید هیومیک می‌تواند به‌طور مستقیم اثرهای مثبتی بر رشد گیاه بگذارد. رشد قسمت هوایی و ریشه گیاه توسط اسید هیومیک تحریک می‌شود، ولی اثر آن روی ریشه برجسته‌تر می‌باشد. این ترکیب حجم ریشه را افزایش داده و باعث اثربخشی بهتر سیستم ریشه می‌گردد [۲۸]. در پژوهشی روی چمن بنت‌گراس خزنده نشان داده شده که این گیاهان در تیمار با اسید هیومیک، میزان فتوسنتز بیشتر، توده ریشه و طول ریشه بیشتری داشتند [۴۶]. اثرات تحریک کننده مواد هیومیکی به دلیل افزایش در جذب عناصر پرمصرف نظیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و گوگرد می‌باشد [۲۱].

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست بر صفات کمی چمن فرش با هدف بهبود کیفیت چمن فرش و توسعه بهتر ریشه آن می‌باشد که نقش اصلی در بلوغ چمن فرش دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

این مطالعه روی توده بذری چمن اسپارینگ[1] (تولید اسپانیا) با آمیخته بذری ارقام چمانواش بلند[2] (۸۰ درصد)، چاوی چندساله[3] (۱۰ درصد) و فریژکنتاکی[4] (۱۰ درصد)، به منظور تولید چمن فرش، در جعبه هایی (کارتن پلاست) بدون کف به ابعاد ۵۰×۱۲۰ و به ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر انجام گرفت. بستر کشت پایه شامل خاک زراعی بود (جدول ۱). تولید چمن فرش با تیمار ورمی‌کمپوست در چهار سطح شامل صفر، پنج، ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی و اسید هیومیک گرانوله با منشا لئوناردیت (۲۵ درصد اسید هیومیک و فلویک) در سه سطح شامل صفر، ۱۵۰ و ۲۵۰ گرم در مترمربع صورت گرفت (جدول ۲). آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد و در مجموع شامل ۳۶ واحد آزمایشی بود. در تهیه هر واحد آزمایشی، حدود هشت سانتی‌متر ماسه بادی در کف ریخته شد و روی آن بستر اصلی مخلوط با تیمارهای موردنظر به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر قرار گرفت. روی بستر آماده شده حدود ۴۰ گرم بذر در هر مترمربع پاشیده شد. در پایان روی آنها با کمپوست شهری پوشانده شد. شصت روز پس از گذشت، نمونه‌ای به ابعاد ۱۰۰ سانتی‌مترمربع از هرکدام از واحدهای آزمایشی برداشته و صفات زیر شامل وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه (۲۴ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد) چمن فرش (ریشه همراه با چمن فرش تا عمق سه سانتی‌متر)، وزن تر و خشک کل ریشه تولیدی چمن (برحسب گرم با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم)، طول ریشه در عمق بستر کاشت (عمق ۲۰ سانتی‌متر بستر کاشت) و ارتفاع بخش هوایی (برحسب سانتی‌متر) اندازه‌گیری شد.

ارزیابی رنگ ظاهری از طریق کیفی، توسط ارزیابی با تجربه و با استفاده از روش Morris صورت گرفت [۳۳]. بدین‌منظور، هر هفته برای اندازه‌گیری در زمان خاصی از روز (۹ تا ۱۰ صبح) و براساس برنامه ملی ارزیابی چمن امریکا[5] انجام شد (جهت حرکت ارزیاب در تمام تکرارها یکسان بود) و از شماره‌های ۱ (چمن‌های قهوه‌ای، نازک و غیریکنواخت) تا ۹ (کیفیت و یکنواختی ایده‌آل) عددگذاری شد.

به‌منظور سنجش و اندازه‌گیری غلظت نیتروژن موجود در نمونه‌ها پس از تهیه عصاره، از روش خاکسترگیری تر با استفاده از دستگاه کجلدال تمام اتوماتیک (مدل گرهارد، ساخت آلمان) اندازه‌گیری شد [۳]. غلظت سایر عناصر غذایی پس از تهیه عصاره از روش خاکسترگیری خشک تعیین گردید. فسفر موجود در عصاره با روش فسفو وانادات اندازه‌گیری شدند [۳]. تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده به‌وسیله نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث غلظت عناصر

تجزیه واریانس صفات نشان داد که تأثیر مقادیر مختلف اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست بر میزان نیتروژن و فسفر در اندام هوایی چمن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). اثر متقابل آن‌ها بر میزان فسفر در سطح یک درصد و بر میزان نیتروژن اندام هوایی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. با افزایش سطوح اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست، غلظت نیتروژن در اندام هوایی افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین درصد نیتروژن (۱/۷۳) در تیمار ۱۵ درصد حجمی ورمی‌کمپوست و ۲۵۰ گرم در مترمربع اسیدهیومیک (T_{12}) با ۲۵/۴ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد..

1 . Sparring
2 . *Festuca arundinacea*
3 . *Lolium perene*
4 . *Poa pratensis*
5 . NTEP: National Turfgrass Evaluation Program

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده شده برای تولید چمن فرش

بافت خاک	شوری (ds/m)	اسیدیته pH	کربن آلی (٪)	آهک (٪)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل دسترس (mg/kg)	نیتروژن (٪)	روی (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	آهن (mg/kg)	مس (mg/kg)
سیلتی لومی	۰/۷۱	۷/۵۲	۰/۴۱	۳۵/۵	۱۰/۰	۱۹۳	۰/۰۳۶	۰/۴۸۴	۸/۰۱	۳/۶۷	۰/۸۵۳

جدول ۲. ویژگی‌های شیمیایی ورمی کمپوست استفاده شده برای تولید چمن فرش

شوری (ds/m)	اسیدیته (pH)	کربن آلی (٪)	فسفر قابل جذب (٪)	پتاسیم قابل دسترس (٪)	نیتروژن (٪)	روی (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	آهن (mg/kg)	مس (mg/kg)
۲/۰۴	۷/۶۳	۳۲/۱	۱/۰۶	۱/۰۹	۱/۴۴	۱۱۴/۶۴	۲۰	۳۹/۶	۱۴/۶

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی چمن فرش با کاربرد اسید هیومیک و ورمی کمپوست

منابع تغییرات	درجه آزادی	نیتروژن	فسفر	ارتفاع اندام هوایی	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	طول ریشه	وزن خشک کل ریشه	وزن تر کل ریشه	وزن تر ریشه چمن فرش	وزن خشک ریشه چمن فرش	کیفیت ظاهری
اسید هیومیک	۲	۰/۰۴۷^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۱۸۷^{ns}	۱۳۵^{ns}	۳۸۷۲^{ns}	۲۸۱^{ns}	۵۳۸^{ns}	۲۲۲^{ns}	۲۲۸^{ns}	۳۳/۰^{ns}	۵۷۷^{ns}
ورمی کمپوست	۳	۰/۰۶۶^{ns}	۰/۰۱۱^{ns}	۶۰/۰^{ns}	۵۵۲^{ns}	۷/۱^{ns}	۸۱۵*	۲۱۰۹^{ns}	۴۱۲^{ns}	۵۵۷^{ns}	۷/۸۳^{ns}	۱۷۸^{ns}
اسید هیومیک × ورمی کمپوست	۶	۰/۰۰۵*	۰/۰۰۳^{ns}	۱/۵^{ns}	۴۵/۵^{ns}	۱/۰۳^{ns}	۱/۵^{ns}	۱/۰۱^{ns}	۴۰/۰*	۱۴۷^{ns}	۲/۰۱*	۱/۵۹^{ns}
خطای آزمایش		۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۱/۸۷	۱۸۳	۰/۱۷۳	۱/۸۷	۰/۲۴۰	۱۵/۵	۱۳/۵	۰/۱۰۵	۰/۲۲۲
ضریب تغییرات (٪)		۲۸۹	۲۷۴	۱۳/۶۷	۸۱۳	۵۲۹	۶۸۸	۵۰۷	۸۰۹	۲/۵۴	۶/۲۷	۶/۴۵

** – معنی‌دار در سطح یک درصد، * – معنی‌دار در سطح پنج درصد و ns – معنی‌دار نیست.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. مقایسه میانگین اثرات متقابل اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست بر صفات کمی و کیفی چمن فرش

شماره تیمار	اسید هیومیک (g/m^2)	ورمی‌کمپوست (% V/V)	نیتروژن (٪)	فسفر (٪)	وزن خشک اندام هوایی ($g/100cm^2$)	کل ریشه ($g/100cm^2$)	وزن تر	وزن خشک کل ریشه ($g/100cm^2$)	وزن خشک ریشه چمن فرش ($g/100cm^2$)	کیفیت ظاهری
T_1	۰	۰	۱/۳۸^{f}	۰/۲۷۵^{ef}	۵/۹۵^{e}	۳۳/۶^{ef}	۴۱/۰^{e}	۵/۱۷^{e}	۲/۳۵^{f}	۵/۱۳۳
T_2	۰	۵	۱/۴۴^{def}	۰/۲۸۵^{def}	۶/۰۳^{de}	۴۱/۰^{e}	۲/۷۰^{f}	۶/۶۶
			(٪۲/۸۹)	(٪۳/۶۳)	(٪۱/۳۳)	(٪۲/۱)	(٪۱۴/۴)	(٪۲۵/۰)
T_3	۰	۱۰	۱/۴۸^{de}	۰/۲۹۵^{de}	۷/۷۲^{bcd}	۴۷/۵^{de}	۶/۸۴^{cd}	۴/۲۱^{e}	۷/۶۶
			(٪۷/۲۴)	(٪۷/۲۷)	(٪۲۹/۷)	(٪۴۱/۵)	(٪۷۷/۴)	(٪۹۸/۱)
T_4	۰	۱۵	۱/۵۰^{cd}	۰/۳۴۴^{bc}	۸/۸۴^{a}	۵۷/۳^{ab}	۸/۳۷^{c}	۶/۴۲^{bc}	۸/۳۳
			(٪۸/۶۹)	(٪۲۵/۱)	(٪۴۸/۶)	(٪۷۰/۵)	(٪۱۳۰)	(٪۱۷۳)	(٪۵۶/۳)
T_5	۱۵۰	۰	۱/۴۵^{def}	۰/۲۸^{def}	۷/۱۵۰^{cd}	۴۶/۶^{de}	۸/۳۵^{C}	۵/۵۴^{e}	۵/۶۶
			(٪۵/۰۷)	(٪۳/۶۳)	(٪۲۶/۱)	(٪۳۸/۸)	(٪۱۳۰)	(٪۱۳۴)	(٪۶/۲)
T_6	۱۵۰	۵	۱/۹۷^{de}	۰/۲۹۰^{e}	۷/۹۲^{bcd}	۴۳/۱^{de}	۸/۴۵^{c}	۵/۷۲^{de}	۵/۶۶
			(٪۶/۵۲)	(٪۵/۴۵)	(٪۳۳/۱)	(٪۷۸/۳)	(٪۱۳۲)	(٪۱۴۳)	(٪۶/۲)
T_7	۱۵۰	۱۰	۱/۵۶^{bc}	۰/۳۱۴^{d}	۸/۲۴^{abc}	۴۶/۵^{de}	۱۰/۱^{b}	۶/۰۳^{b}	۸/۰۰
			(٪۱۳/۰)	(٪۱۴/۲)	(٪۲۸/۵)	(٪۲۸/۴)	(٪۱۷۷)	(٪۱۵۶)	(٪۵۰/۱)
T_8	۱۵۰	۱۵	۱/۶۱^{b}	۰/۳۵۱^{b}	۸/۹۰^{a}	۵۲/۲^{bc}	۱۰/۹^{a}	۶/۸۶^{ab}	۹/۰۰
			(٪۱۶/۷)	(٪۳۰/۲)	(٪۴۹/۶)	(٪۶۱/۳)	(٪۲۰۱)	(٪۱۹۱)	(٪۶۸/۹)
T_9	۲۵۰	۰	۱/۴۶^{de}	۰/۲۸۷^{ef}	۷/۱۲^{d}	۴۷/۷^{cd}	۸/۹۱^{c}	۶/۴۷^{bc}	۶/۰۰
			(٪۵/۷۹)	(٪۴/۳۶)	(٪۱۹/۷)	(٪۴۲/۱)	(٪۱۴۵)	(٪۱۷۵)	(٪۱۲/۶)
T_{10}	۲۵۰	۵	۱/۴۷^{de}	۰/۲۹۳^{e}	۸/۴۰^{ab}	۴۸/۶^{cd}	۸/۲۹^{c}	۵/۲۳^{cd}	۸/۶۶
			(٪۶/۵۲)	(٪۶/۵۴)	(٪۴۱/۱۷)	(٪۴۴/۶)	(٪۱۲۸)	(٪۱۲۲)	(٪۶۲/۵)
T_{11}	۲۵۰	۱۰	۱/۶۲	۰/۳۳۴^{c}	۸/۵۰^{ab}	۵۵/۳^{ab}	۱۰/۶۶^{a}	۶/۲۸^{c}	۸/۶۶
			(٪۱۷/۴)	(٪۲۴/۸)	(٪۴۲/۹)	(٪۶۴/۸)	(٪۱۹۳)	(٪۱۶۷)	(٪۶۲/۵)
T_{12}	۲۵۰	۱۵	۱/۸۳^{a}	۰/۳۸۴^{a}	۸/۹۱^{a}	۶۱/۵^{a}	۱۱/۴۳^{a}	۷/۱۵^{a}	۹/۰۰
			(٪۲۵/۴)	(٪۳۹/۶)	(٪۴۹/۸)	(٪۸۳/۳)	(٪۲۱۴)	(٪۲۰۴)	(٪۶۸/۹)

در هر ستون، میانگین‌های مربوط به هر عامل دارای حرف مشترک در آزمون LSD در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.
اعداد داخل پرانتز میزان افزایش هر صفت را نسبت به تیمار شاهد نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

کمترین درصد نیتروژن (۱/۳۸) مربوط به عدم کاربرد اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست (T_1) بود که با تیمارهای T_2 و T_5 اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۴).

باتوجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها، با افزایش سطوح اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست، ذخیره فسفر در اندام هوایی افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین درصد فسفر (۰/۳۸۴) با ۳۹/۶ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد در تیمار ۱۵ درصد حجمی ورمی‌کمپوست و ۲۵۰ گرم در مترمربع اسید هیومیک (T_{12}) مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۴). کمترین درصد فسفر (۰/۲۷۵) مربوط به عدم کاربرد اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست (T_1) بود که با تیمارهای T_2، T_5 و T_9 اختلاف معنی‌داری نشان نداد.

صفات مورفولوژیک چمن فرش

تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثرات سطوح اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست بر ارتفاع اندام هوایی، وزن تر و خشک اندام هوایی و اثر متقابل آن‌ها بر وزن خشک اندام هوایی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، با افزایش سطوح ورمی‌کمپوست ارتفاع بخش هوایی افزایش می‌یابد، به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع (۱۲/۲ سانتی‌متر) در تیمار ۱۵ درصد حجمی ورمی‌کمپوست مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داد (جدول ۵). کمترین ارتفاع (۶/۸۳ سانتی‌متر) در تیمار شاهد مشاهده شد که با تیمار پنج درصد حجمی ورمی‌کمپوست اختلاف معنی‌دار نشان نداد. با افزایش سطح اسید هیومیک ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد و بیشترین میزان ارتفاع (۱۰/۶ سانتی‌متر) مربوط به تیمار ۲۵۰ گرم در مترمربع اسید هیومیک بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار صفر و ۱۵۰ گرم در مترمربع اسید هیومیک نشان داد و کمترین میزان ارتفاع (۸/۴۵ سانتی‌متر) در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۶).

جدول ۵ . مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی چمن با کاربرد ورمی‌کمپوست

تیمار ورمی‌کمپوست (% V/V)	طول ریشه (cm)	ارتفاع اندام هوایی (cm)	وزن تر اندام هوایی ($g/100cm^2$)	وزن تر ریشه چمن فرش ($g/100cm^2$)
۰	۱۹/۰۰ b	۶/۸۳ c	۴۰/۷ c	۲۵/۵c
۵	۲۰/۲ab	۷/۲c	۴۴/۳c	۲۵/۹c
۱۰	۲۱/۳a	۱۰/۵b	۵۰/۶b	۳۰/۷b
۱۵	۲۰/۰ab	۱۲/۲a	۵۸/۵a	۳۵/۲a

در هر ستون، میانگین‌های مربوط به هر عامل دارای حرف مشترک در آزمون LSD در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۶ . مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی چمن با کاربرد اسید هیومیک

تیمار اسید هیومیک (g/m2)	ارتفاع اندام هوایی (cm)	وزن تر اندام هوایی ($g/100cm^2$)	وزن تر ریشه چمن فرش ($g/100cm^2$)
۰	۸/۵b	۴۵/۲b	۲۶/۰b
۱۵۰	۸/۵b	۴۸/۴ab	۲۹/۱b
۲۵۰	۱۰/۶a	۵۱/۹a	۳۲/۸ a

در هر ستون، میانگین‌های مربوط به هر عامل دارای حرف مشترک در آزمون LSD در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

در مورد وزن تر اندام هوایی، نتایج مقایسه میانگین نشان داد با افزایش سطوح ورمی‌کمپوست، وزن تر اندام هوایی افزایش می‌یابد، به‌طوری‌که بیشترین وزن تر اندام هوایی (۵۸/۵ گرم در ۱۰۰ سانتی‌مترمربع) در تیمار ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۵). کمترین وزن تر اندام هوایی (۴۰/۷ گرم در ۱۰۰ سانتی‌مترمربع) در تیمار شاهد مشاهده شد و بین تیمار شاهد و ۵ درصد ورمی‌کمپوست اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین، با افزایش سطح اسید هیومیک وزن تر اندام هوایی افزایش یافت و بیشترین میزان وزن تر اندام هوایی (۵۱/۹ گرم در ۱۰۰ سانتی‌مترمربع) مربوط به تیمار ۲۵۰ گرم در مترمربع اسید هیومیک بود بود که با تیمار ۱۵۰ گرم در مترمربع اسید هیومیک اختلاف معنی‌داری نشان نداد. کمترین وزن تر اندام هوایی (۴۵/۲ گرم در ۱۰۰ سانتی‌مترمربع) در تیمار شاهد مشاهده شد و بین تیمار شاهد و ۱۵۰ گرم در مترمربع اسید هیومیک اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۶).

باتوجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها، با افزایش سطوح اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست وزن خشک اندام هوایی افزایش می‌یابد، به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک اندام هوایی (۸/۹۱ گرم در ۱۰۰ سانتی‌مترمربع) با ۴۹/۷ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد، مربوط به تیمار ۲۵۰ گرم در مترمربع اسید هیومیک و ۱۵ درصد حجمی ورمی‌کمپوست (T_{12}) می‌باشد که با تیمارهای T_4، T_7، T_8، T_{10} و T_{11} اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۴). کمترین وزن خشک اندام هوایی معادل ۵/۹۵ گرم در ۱۰۰ سانتی‌مترمربع در عدم مصرف کود اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست (T_1) به‌دست آمد که با تیمار T_2 اختلاف معنی‌داری نشان نداد.

براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای ورمی‌کمپوست بر طول ریشه در سطح احتمال پنج درصد مشاهده شد (جدول ۳). اثر تیمارهای اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست بر وزن تر و خشک کل ریشه، وزن تر و خشک ریشه چمن فرش و کیفیت ظاهری چمن فرش و اثر متقابل آن‌ها بر وزن خشک کل ریشه و کیفیت ظاهری چمن فرش در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آن‌ها بر وزن تر کل ریشه و وزن خشک ریشه چمن فرش در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. براساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها، با افزایش سطح ورمی‌کمپوست، طول ریشه روند افزایشی داشته است، به‌طوری‌که بیشترین طول ریشه (۲۱/۳ سانتی‌متر) در سطح تیماری ۱۰ درصد حجمی ورمی-کمپوست مشاهده شد و کمترین طول ریشه (۱۹/۰ سانتی-متر) در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۵). بین سطوح تیماری پنج، ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی ورمی‌کمپوست اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. سطح تیماری ۱۰ درصد حجمی ورمی‌کمپوست با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد، ولی بین سطوح تیماری پنج و ۱۵ درصد حجمی ورمی‌کمپوست با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

باتوجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها، با افزایش سطح اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست وزن تر کل ریشه افزایش یافت، به‌طوری‌که تیمار ۲۵۰ گرم در مترمربع اسید هیومیک و ۱۵ درصد حجمی ورمی‌کمپوست (T_{12}) با میانگین ۶۱/۵ گرم در ۱۰۰ سانتی‌مترمربع و با ۸۳/۳ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد (T_1) بیشترین وزن تر ریشه را نشان داد، ولی با تیمارهای T_4 و T_{11} اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۴). کمترین وزن تر ریشه معادل ۳۳/۶ گرم در ۱۰۰ سانتی‌مترمربع در تیمار شاهد (T_1) مشاهده شد. بین تیمارهای T_8، T_9 و T_{10} و تیمارهای T_3، T_5، T_6 و T_7 اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش سطح اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست وزن خشک کل ریشه افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک کل ریشه (۱۱/۴ گرم در ۱۰۰ سانتی‌مترمربع) با ۲۱۵ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد، مربوط به تیمار ۲۵۰ گرم در مترمربع اسید هیومیک و ۱۵ درصد حجمی ورمی‌کمپوست ($T_{۱۲}$) می‌باشد که با تیمارهای $T_۴$ و $T_۸$ اختلاف معنی‌داری نشان نداد، ولی با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۴). کمترین وزن خشک ریشه معادل ۴/۶۳ گرم در عدم مصرف کود اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست ($T_۱$) به‌دست آمد که با تیمار شاهد اسید هیومیک و پنج درصد حجمی ورمی‌کمپوست اختلاف معنی‌داری نشان نداد.

با افزایش سطوح ورمی‌کمپوست وزن تر ریشه چمن فرش افزایش می‌یابد، به‌طوری‌که بیشترین وزن تر ریشه چمن فرش (۳۵/۲ گرم در ۱۰۰ سانتی‌مترمربع) در تیمار ۱۵ درصد حجمی ورمی‌کمپوست مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد. کمترین وزن تر ریشه چمن فرش (۲۵/۵ گرم در ۱۰۰ سانتی‌مترمربع) در تیمار شاهد مشاهده شد که با تیمار پنج درصد حجمی ورمی کمپوست اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۵). با افزایش سطح اسید هیومیک وزن تر ریشه چمن فرش افزایش می‌یابد، به‌طوری‌که بیشترین میزان وزن تر ریشه چمن فرش (۳۲/۸ گرم در ۱۰۰ سانتی‌مترمربع) در تیمار ۲۵۰ گرم در مترمربع اسید هیومیک و کمترین میزان وزن تر ریشه (۲۶/۰ گرم در ۱۰۰ سانتی‌مترمربع) در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۶).

جدول مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش سطح اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست وزن خشک ریشه چمن فرش افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک ریشه چمن فرش (۷/۱۵ گرم در ۱۰۰ سانتی‌مترمربع) با ۲۰۴ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد، مربوط به تیمار ۲۵۰ گرم در متر مربع اسید هیومیک و ۱۵ درصد حجمی ورمی‌کمپوست ($T_{۱۲}$) می‌باشد که با تیمارهای $T_۴$ و $T_۸$ اختلاف معنی‌داری نشان نداد ولی با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۴). کمترین وزن خشک ریشه چمن فرش معادل ۳/۴۳ گرم در ۱۰۰ سانتی‌مترمربع در عدم مصرف کود اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست ($T_۱$) به‌دست آمد.

با افزایش سطح اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست کیفیت ظاهری چمن فرش افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین کیفیت چمن فرش (۹/۰۰) با ۶۸/۹ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد، مربوط به تیمار ۱۵۰ و ۲۵۰ گرم در مترمربع اسید هیومیک و ۱۵ درصد حجمی ورمی‌کمپوست ($T_۸$ و $T_{۱۲}$) می‌باشد که با تیمارهای $T_۴$، $T_{۱۰}$ و $T_{۱۱}$ اختلاف معنی‌داری نشان نداد، ولی با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۴). کمترین کیفیت ظاهری چمن فرش (۵/۳۳) در عدم کاربرد اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست که با تیمارهای صفر به‌دست آمد که با تیمارهای $T_۲$، $T_۵$، $T_۶$ و $T_۹$ اختلاف معنی‌داری نشان نداد.

بحث

نتایج به‌دست آمده در تحقیق حاضر، مبنی بر افزایش جذب نیتروژن و فسفر در راستای افزایش میزان اسید هیومیک با نتایج دیگر تحقیقات بر روی گندم [۲۰]، چمن اسپیدی گرین [۸] و روی گل ژربرا [۳۷] مطابقت داشت. نتایج تحقیق تأثیر اسید هیومیک روی گونه‌ای گندم نشان داد، اسید هیومیک موجب افزایش جذب فسفر، پتاسیم، منیزیم، سدیم، مس و روی می‌گردد [۲۰]. نتایج تأثیر محلول غذایی اسید هیومیک بر جذب عناصر پرمصرف، ریز مغذی، عمر پس از برداشت و رشد گل ژربرا رقم Malibu، نشان داد که جذب عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن و روی، در برگ‌ها و ساقه‌ها افزایش

www.SID.ir

Archive of SID

یافت [۳۹]. در یک آزمایش مزرعه‌ای، میزان جذب فسفر ۲۵ درصد نسبت به عدم حضور اسید هیومیک در ذرت افزایش یافت و مشخص شد که مواد هیومیک در افزایش فعالیت چندین آنزیم به‌ویژه آنزیم فسفاتاز نقش مؤثری را ایفا می‌کنند [۴۳]. درخصوص نحوه اثر هیومیک اسید گزارش‌های متعددی وجود دارد. اثر مستقیم آن به عنوان یک ترکیب شبه‌هورمونی [۳۴ و ۴۶] و اثر غیرمستقیم اسید هیومیک به صورت افزایش جذب عناصر غذایی از طریق خاصیت کلات‌کنندگی و احیاکنندگی و حفظ نفوذپذیری غشا، افزایش متابولیسم ریزجانداران در خاک، بهبود وضعیت فیزیکی خاک و افزایش رشد ریشه و ساقه می‌باشد [۳۸].

همچنین به نظر می‌رسد مواد هیومیکی با وزن ملکولی پایین با قرار گرفتن در غشاهای سلولی نه‌تنها موجب پایداری غشا می‌شوند، بلکه جذب یکسری از عناصر غذایی را نیز بهبود می‌بخشد [۳۴]. مواد هیومیک منجر به افزایش سنتز حامل‌های پروتئینی یونی و درنتیجه افزایش جذب می‌شوند [۲۴ و ۲۵]. این مکانیزم، در بررسی mRNA حامل‌های یونی در ریشه گیاه ذرت پس از تیمار اسید هیومیک مورد تأیید قرار گرفت [۳۵]. از سوی دیگر، اسید هیومیک به دلیل اسیدی بودن (pH = ۵-۴) مستقیماً می‌تواند عناصر مختلف را از مواد معدنی آزاد کرده، به خود جذب نموده و در زمان مناسب در اختیار ریشه گیاه قرار دهد. بنابراین، هیومیک اسید به‌طور مستقیم و غیرمستقیم به رهاسازی عناصر و جذب بهتر آن‌ها توسط ریشه گیاه کمک می‌کند [۲۲].

نتایج این تحقیق مبنی بر افزایش جذب نیتروژن و فسفر در بستر ورمی‌کمپوست با نتایج محققان دیگر روی گل‌اطلسی [۷ و ۲۳]، دیفن باخیا و آگلونما [۳۲] و اسفناج [۱۱] که موجب افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه شد، مطابقت دارد. در آزمایشی گلخانه‌ای به بررسی ویژگی‌های گل اطلسی با کاربرد ورمی‌کمپوست و زئولیت پرداختند. نتایج نشان داد که کاربرد زئولیت و ورمی‌کمپوست باعث افزایش غلظت عناصر نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم و کلسیم در گیاه شد [۶]. باتوجه به اینکه پسماند و مواد دفعی کرم‌های کمپوست‌کننده اغلب دارای نیتروژن و فسفر به میزان ۵ تا ۱۱ برابر بیش از خاک می باشد و ترشحات درون سیستم هاضمه کرم‌ها، عناصر غذایی را به عناصر با قابلیت دسترسی بیشتر تبدیل می‌سازد [۱۹]. پس انتظار می‌رود با کاربرد ورمی‌کمپوست، تجمع این عناصر در اندام هوایی چمن افزایش یابد. ورمی-کمپوست دارای آنزیم‌هایی نظیر پروتئاز، آمیلاز، لیپاز، سلولاز و کیتیناز است که در تجزیه مواد آلی خاک و درنتیجه در دسترس قرار دادن مواد مغذی مورد لزوم گیاهان نقش مؤثری دارد [۱۳]. ورمی‌کمپوست‌ها دارای نمک محلول کمتر، ظرفیت تبادل کاتیونی بیشتر و میزان هیومیک اسید بیشتری می‌باشند که به دلیل وجود خاصیت کلات‌کنندگی عناصر موجب جذب بیشتر عناصر غذایی می‌شود [۱۶].

نتایج این تحقیق مبنی بر بهبود صفات مرفولوژیک چمن با کاربرد اسید هیومیک با نتایج محققان دیگر روی چمن بنت‌گراس خزنده [۳۱ و ۴۶]، فستوکای پابلند [۹] و گندم رقم پیشتاز [۱۰] مطابقت دارد. اسید هیومیک به عنوان یک اسید آلی دارای آثار شبه‌هورمونی اکسینی و شبه‌اکسینی [۳۶ و ۴۳]، تحریک جذب عناصر غذایی [۳۸، ۴۱ و ۴۴] و افزایش زیست توده ریشه و اندام هوایی می-باشد [۳۱]. بررسی اثر اسید هیومیک روی چند گراس نشان داد کاربرد اسید هیومیک موجب افزایش شاخ و برگ گیاهان مرتعی می‌شود [۴۲]. تحقیقات مختلف روی چمن بنت‌گراس خزنده نشان داد که اسید هیومیک بر میزان فتوسنتز، توده ریشه و طول ریشه و جذب عناصر غذایی اثر افزایشی داشته است [۴۵ و ۴۶].

www.SID.ir

Archive of SID

اسید هیومیک با تولید بیشتر اسیدهای نوکلئیک و اسیدهای آمینه تکثیر سلولی را در کل گیاه و به ویژه در ریشه‌ها افزایش می‌دهد و با افزایش نفوذپذیری سلول‌های ریشه به جذب بهتر مواد غذایی و توسعه بیشتر گیاه کمک می‌نماید [۳۱]. اسید هیومیک از طریق افزایش در محتوای نیتروژن گیاه سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاه می‌شود [۱۷]. تحقیقات مختلف روی چمن بنت‌گراس خزنده نشان داد که اسید هیومیک بر میزان فتوسنتز، توده ریشه و طول ریشه و جذب عناصر غذایی اثر افزایشی داشته است [۲۱]، که این می‌تواند به دلیل تأثیر مثبتی باشد که اسید هیومیک بر توسعه ریشه و ریشه‌های جانبی دارد [۴۵].

برخی محققان نیز تأثیر مثبت اسید هیومیک را بر ریشه‌زایی به اثبات رساندند [۷ و ۲۹]. مهمترین سازوکار تحریک ریشه‌زایی، افزایش متابولیسم و نیز نفوذپذیری جدار سلول‌ها نسبت به آب و مواد غذایی می‌باشد. همچنین اسید هیومیک با گرم نگهداشتن خاک و حفظ رطوبت بستر نیز ممکن است در ریشه‌زایی بهتر و به تبع آن، رشد بهتر بخش هوایی نقش مؤثری داشته باشد [۲۶]. بنابراین، بهبود فاکتورهای رویشی در گیاهان تغذیه شده با اسید هیومیک را می‌توان ناشی از تأثیر مثبت این مواد بر بهبود جذب عناصر غذایی و افزایش رشد اندام هوایی و درنتیجه توسعه بهتر ریشه دانست.

اثر مثبت کاربرد ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های مرفولوژیک چمن در این آزمایش را می‌توان مشابه نتایج حاصل از تحقیق اثر ورمی‌کمپوست روی ترکیبی از چمن اسپورت [۴۰] گل آهار [۴]، فیکوس بنجامین [۱۴] و روی گل اطلسی [۱ و ۶] دانست. با توجه به تأثیر معنی‌داری که ورمی‌کمپوست بر صفات مرفولوژیک چمن داشته است، به نظر می‌رسد دلیل بهبود صفات رویشی افزایش فراهمی عناصرغذایی در این تیمارها باشد. بیشترین غلظت عناصر نیتروژن، فسفر در اندام هوایی گیاه در تیمارهای ورمی‌کمپوست به‌دست آمد که تأییدکننده این امر است که کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش فراهمی عناصرغذایی و درنتیجه افزایش رشد گیاه شده است (جدول ۴).

ورمی‌کمپوست سرشار از جمعیت میکروبی، به‌ویژه قارچ‌ها، اکتینومیست‌ها[1]، مخمرها، باکتری‌ها و جلبک‌ها است که نقش مهمی در فراهم نمودن مواد غذایی دارد و موجب رشد بهتر گیاه می‌شود [۲۷]. رشد گیاهان در بسترهای دارای ورمی‌کمپوست به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد که می‌توان این پدیده را به تهویه بهتر خاک، افزایش نیتروژن خاک و همچنین فعالیت میکروبی زیاد نسبت داد. افزایش فعالیت ریزموجودات نه تنها باعث بهبود فرآیند معدنی شدن مواد آلی می‌گردد، بلکه این ریزموجودات مواد تنظیم‌کننده رشد را نیز تولید می‌نمایند که در رشد گیاهچه‌ها تأثیر به‌سزایی دارند [۱۵].

استفاده از ورمی‌کمپوست به عنوان بستر مناسب کشت می‌تواند تأثیر به‌سزایی در صفات مورفولوژیک (کلروفیل، پنجه‌زنی و سرعت رشد نسبی) گیاه پوششی چمن داشته باشد [۵]. افزودن ورمی‌کمپوست به خاک موجب افزایش سطح برگ و وزن ریشه و ساقه در گل همیشه بهار فرانسوی شد. بهبود رشد گیاه را به بیشتر بودن فراهمی عناصر غذایی از قبیل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و همچنین عناصر کم‌مصرف در تیمارهای حاوی ورمی کمپوست نسبت داده شد [۱۸]. همچنین دلیل افزایش رشد ریشه و رشد گیاه در تیمارهای حاوی ورمی‌کمپوست را به افزایش فعالیت مواد شبه‌هورمونی از جمله اکسین، سیتوکینین و جیبرلین و همچنین ویتامین B_{12} مربوط دانسته‌اند [۲۷].

بنابراین، بهبود فاکتورهای رویشی چمن با کاربرد اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست را می‌توان ناشی از تأثیر مثبت این مواد در افزایش جذب عناصر غذایی [۱۸] و نیز اثرات شبه‌هورمونی آن‌ها بر گیاهان [۲۷] دانست که جذب بهتر عناصر نیتروژن و فسفر موجب رشد بیشتر شاخساره‌ها و

1. Actinomycetes

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش فتوسنتز وتولید کربوهیدرات بیشتر و درنهایت انتقال آن‌ها به ریشه و توسعه بهتر ریشه شده است.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی، نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که کودهای زیستی می‌توانند در کشاورزی پایدار و تولید چمن فرش مطرح باشند. باتوجه به اثر بخشی اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های کمی و کیفی چمن فرش استفاده از کودهای زیستی به‌جای کودهای شیمیایی ضمن کاهش هزینه‌های تولید ناشی از مصرف این قبیل کودها، از آسیب وارد کردن به محیط زیست و اکوسیستم نیز جلوگیری می‌نماید. بنابراین، به نظر می‌رسد به منظور بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی چمن فرش، کاربرد اسید هیومیک با غلظت ۲۵۰ گرم در مترمربع و ورمی‌کمپوست با غلظت ۱۵ درصد حجمی در بستر کاشت چمن مفید باشد.

منابع

۱. ارشد م و چمنی ا (۱۳۸۸) بررسی تأثیر ورمی کمپوست بر ویژگی‌های رویشی و گلدهی گل اطلسی رقم (Dream Neon Rose). مجموعه مقالات ششمین کنگره علوم باغبانی ایران. صص. ۳۶۵-۳۶۹.

۲. ارغوانی م، کافی م، خلیقی ا و نادری ر (۱۳۸۵) اثر بستر و شبکه‌های مختلف کاشت بر برخی از صفات کیفی چمن قطعه‌ای. علوم کشاورزی ایران. ۳۷(۶): ۱۰۲۳-۱۰۲۹.

۳. امامی ع (۱۳۷۹) روش‌های تجزیه گیاه. نشریه فنی شماره ۹۸۲. انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۲۸ صفحه. ایران. تهران.

۴. امجزی ح و حمیدپور م (۱۳۹۰) اثر فسفر، ورمی-کمپوست و زئولیت طبیعی بر خصوصیات کمی و کیفی گل آهار. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۱۰(۳): ۷۹-۸۶.

۵. تقی‌زاده م و احسنی ایروانی م (۱۳۹۲) بررسی اثر عصاره ورمی‌کمپوست بر جوانه‌زنی و قدرت رشد دانهال در چمن. هشتمین کنگره علوم باغبانی ایران. صص. ۳۴۰-۳۴۵.

۶. حمیدپور م، فتحی س و روستا ح (۱۳۹۲) اثر اثر زئولیت و ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های رشدی و غلظت برخی عناصر گل اطلسی. علوم و فنون کشت های گلخانه‌ای. ۱۰(۳): ۹۵-۱۰۲.

۷. خزاعی ح ر، سبزواری س و کافی م (۱۳۸۸) اثر هیومیک اسید بر رشد ریشه و بخش هوایی ارقام سایونز و سبلان گندم (*Triticum aestivum* L.). آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۳(۲): ۷۸-۹۴.

۸. دانشور حکیمی میبدی ن، کافی م، نیکبخت ع و رجالی ف (۱۳۹۰) اثر اسید هیومیک بر برخی از خصوصیات کمی و کیفی چمن اسپیدی گرین. علوم باغبانی ایران. ۴: ۴۰۳-۴۱۲.

۹. رهی ع، میرزایی ندوشن ح، دانایی م و عزیزی ف (۱۳۹۱) اثر اسید هیومیک بر روی رشد رویشی گونه *Festuca arundinacea*. تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۱۹(۴): ۷۲۲-۷۳۶.

۱۰. سبزواری س و خزایی ح ر (۱۳۸۸) اثر محلول‌پاشی سطوح مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد گندم (*Tritcum asetivum* L.) رقم پیشتاز. بوم‌شناسی کشاورزی. ۱(۲): ۵۳-۶۳.

۱۱. شیخی ج و رونقی ع (۱۳۹۲) اثر شوری و کاربرد ورمی‌کمپوست بر غلظت عناصر غذایی و عملکرد اسفناج (رقم ویروفلی) در یک خاک آهکی. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۴(۱۳): ۸۱-۹۲.

www.SID.ir

Archive of SID

۱۲. صفاری ع (۱۳۸۹) پاسخ گیاه زینتی بنفشه آفریقایی به کاربرد کودهای زیستی کمپوست زباله، کمپوست گرانوله گوگرددار و ورمی‌کمپوست. پنجمین همایش ملی مدیریت پسماند. صص. ۲۷۸-۲۸۶.

۱۳. عبدلی م ع و روشنی م ر (۱۳۸۶) ورمی‌کمپوست (طراحی، ساخت و اجرا). انتشارات دانشگاه تهران. ۲۶۲ ص.

۱۴. محبوب خمامی ع (۱۳۸۷) اثر نوع و مقدار ورمی‌کمپوست در بستر کشت گلدانی فیکوس بنجامین ابلق. نهال و بذر. ۲۴(۲): ۳۳۳-۳۴۶.

۱۵. یقطین ش، معز اردلان م، شرفا م و علیخانی ح (۱۳۸۸) تأثیر کمپوست و ورمی‌کمپوست زباله شهری در افزایش جذب عناصر میکرو و کاهش مصرف کودهای شیمیایی. علوم و تکنولوزی محیط زیست. ۱۱(۴): ۱۸۵–۱۹۵.

16. Atiyeh RM, Edwards CA, Subler S and Metzger JD (2001) Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effect on physicochemical properties and plant growth. Bioresource Technology. 78: 11-20.

17. Ayas H and Gulser F (2005) The effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach. Biological Sciences. 5(6): 801-804.

18. Bachman GR and Metzger JD (2008) Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. Bioresource Technology. 99(8): 3155-3161.

19. Bachman GR and Metzger JD (1998) The use of vermicompost as a media amendment, growth of tomatoes. Plant Nutrition. 27(6): 1107-1123.

20. Bulent Asik B, Turan A, Celik H and Vahap Katkat A (2009) Effects of humic substances on Plant Growth and mineral nutrients uptake of wheat (*Triticum durum* salihli) Under Conditions of Salinity. Crop Science. 1: 87-95.

21. Cacco G, Attina E, Gelsomino A and Sidari M (2000) Effect of nitrate and humic substances of different molecular size on kinetic parameters of nitrate uptake in wheat seedlings. Plant Nutrient and Soil Science. 163: 313-320.

22. Cavani L, Ciavatta C and Gessa C (2003) Identification of organic matter from peat, leonardite and lignite fertilisers using humification parameters and electrofocusing. Bioresource Technology. 86: 45-52.

23. Chamani E, Joyce DC and Reihanytabar A (2008) Vermicompost Effects on the Growth and Flowering of Petunia hybrida 'Dream Neon Rose'. American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci. 3(3): 506-512.

24. Dell'Agnola G, Ferrari G and Nardi S (1981) Antidote action of humic substances on atrazine inhibition of sulphate uptake in barley roots. Pesticid Biochemestry and Physiology. 15: 101-104.

25. Dell'Agnola G and Ferrari G (1971) Effect of humic acids on anion uptake by excised barley roots. procurement of the International Symposium. Humus et Planta V, Prague. Pp. 567-570.

26. Dominguez J (2004) State of the art and new perspectives on vermicompost research. In: Edwards CA (Ed.) Earthworm Ecology, 2nd ed. CRC press, Boca Raton, FL, USA. Pp. 401-424.

27. Edwards C and Burrows I (1997) The potential of earth worm composts as plant growth media. Bioresource Thechnology. 92: 100-106.

28. Ervin EH, Zhang X and Roberts JC (2008) Improving root development with foliar humic acid applications during Kentucky bluegrass sod establishment on sand. Acta Horticulturae. 783: 317-322.

www.SID.ir

Archive of SID

29. Ferrara G, Pacifico A, Simeone P and Ferrara E (2008) Preliminary study on the effects of foliar applications of humic acids on 'Italia' table grape. International des sciences de la vigne et du vin. 42: 79-87.

30. Hunter A and Anders A (2004) The influence of humic acid on turfgrass growth and development of creeping bentgrass. Acta Horticulturae. 661: 257-264.

31. Liu C, Cooper RJ and Bowman DC (1996) Humic acid application affects photosynthesis root development and nutrient content of creeping bentgrass. Hort Sciences. 33(6): 1023-1025.

32. Mahboub Khomami A (2005) Effect of liquid bio-fertilizer (vermiwash) in foliar application on Dieffenbachia and Aglaonema nutrition and growth indices. Agricultural Sciences. 1(4): 175-187.

33. Morris KN (2002) National bentgrass (fairway/tee) tests 1999-2002 data. National Turfgrss Evaluation Program, Beltsvill, Maryland. Yield. Comm. Soil Plant Analysis. 38: 921-933.

34. Nardi S, Pizzeghello D, Muscolo A and Vianello A (2002) Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry. 34(11): 1527-1536.

35. Nardi S, Pizzeghello D, Gessa C, Ferrarese L, Trainotti L and Casadoro G (2000) A low molecular weight humic fraction on nitrate uptake and protein synthesis in maize seedlings. Soil Biology and Biochemistry. 32: 415-419.

36. Nardi S, Concheri G and Dell'Agnola G (1996) Biological activity of humic substances. pp. 361-406. In: Piccolo A (Ed.), Humic Substances in Terrestrial Ecosystems, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.

37. Nikbakht A, Kafi M, Babalar M, XiaYP, Luo A and Etemadi NA (2008) Effect of humic acid on p growth, nutrient uptake, and postharvest life of Gerbera. Journal of Plant Nutrition. 31: 2155-2167.

38. Sanchez Sanchez A, Sanchez Andreu J, Juarez M, Jorda J and Bermudez D (2006) Improvement of iron uptake in table grape by addition of humic substances. Journal of Plant Nutrition. 29(2): 259-272.

39. Save R, Penuelas J, Filella I and Olivella C (1995) Water relations, hormonal level, and spectral reflectance of gerbera- jamesonii bolus subjected to chilling stress. J. Amer. Soci. Hort.Sci. 120: 515-519.

40. Taghizadeh M, Shahrjerdi I and Ahsani M (2014) Compare the different media on the growth characteristics of sports turf. Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology. 18(4): 1-6.

41. Vaughan D and Malcom RE (1985) Influence of humic substances on growth and physiological processes. PP. 37-76. In: Vaughan D and Malcom RE (Eds.), Soil Organic Matter and Biological Activity, Martinus Nijhoff, Dordrecht, The Netherlands.

42. Verlinden G, Coussens T, De Vliegher A and Baert G (2010) Effect of humic substances on nutrient uptake by herbage and on production and nutritive value of herbage from sown grass pastures. Grass and Forage Science. 65: 133-144.

43. Visser SA (1986) Effetto delle sostanze umiche sulla crescita delle piante. pp. 96-143. In: Burns, R.G., G.

44. Wang XJ, Wang ZQ and Li SG (1995) The effect of humic acids on the availability of phosphorus fertilizers in alkaline soils. Soil Use Manage. 11: 99-102.

45. Zandonadi DB, Canellas LP and Facmana AR (2007) Indolacetic acid and humic acids induce

www.SID.ir

Archive of SID

lateral root development through a concerted plasmalemma and tonoplast H^+ pumps activation. Planta. 22: 1583-1595.

46. Zhang X and Ervin EH (2004) Cytokinin containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. Crop Science. 5: 1737-1745.

www.SID.ir