اثرات چند بستر آلی و یک سوپرجاذب مصنوعی رطوبت بر آب قابل استفاده خاک، تأخیر در نقطه پژمردگی دائم و رشد گیاه لیزیماکیا (*Lysimachia nummularia* cv. Aurea)

علی محمدی ترکاشوند[1*]، شهرام صداقت حور[2] و هانیه جمالپور[2]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۹/۲۳)

چکیده

در این تحقیق اثرات چند ماده آلی و یک سوپرجاذب رطوبت بر آب قابل استفاده و تأخیر در نقطه پژمردگی دائم یک خاک مربوط به فضای سبز شهر رشت بررسی شد. در مرحله انکوباسیون، ۱۲ تیمار شامل شاهد (۷۰ درصد حجمی خاک و ۳۰ درصد کمپوست کود دامی) و مقادیر مختلفی از خاک، کمپوست زباله شهری، کمپوست کود دامی، ضایعات زیتون، برنج و یک سوپر جاذب رطوبت ($A_{۲۰۰}$) در یک طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. به‌منظور تهیه منحنی رطوبتی و تعیین رطوبت معادل ظرفیت زراعی و پژمردگی دایم از روش کاغذ صافی استفاده شد. سه تیماری که در آزمایش انکوباسیون، رطوبت قابل استفاده بیشتر داشتند و سبب تأخیر بیشتری در ایجاد نقطه پژمردگی دائم شدند به‌همراه تیمار شاهد در مرحله گلخانه استفاده شدند. در مرحله گلخانه در یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، اثر تیمارها و دور آبیاری (۳۶، ۷۲ و ۱۶۸ ساعت) بر رشد گیاه لیزیماکیا بررسی شد. نتایج نشان داد که بیشترین وزن خشک اندام هوایی در تیمار ۳۰ درصد کمپوست زباله شهری و ضایعات برنج در دور آبیاری ۳۶ ساعت دیده شد، اما در دور آبیاری ۱۶۸ ساعت، وزن خشک کاهش یافت و بیشترین وزن خشک مربوط به تیمار سوپرجاذب بود.

واژگان کلیدی: سوپرجاذب، ضایعات آلی، ظرفیت زراعی، لیزیماکیا، نقطه پژمردگی دائم

۱. گروه خاک‌شناسی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی

۲. گروه باغبانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: m.torkashvand54@yahoo.com

مقدمه

کمبود آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، احداث و توسعه فضای سبز و گسترش کشت در اراضی مستعد را با محدودیت مواجه ساخته است. اعمال مدیریت صحیح و به‌کارگیری تکنیک‌های پیشرفته به‌منظور حفظ ذخیره رطوبتی خاک از جمله اقدامات مؤثر برای افزایش راندمان آبیاری در نتیجه بهبود بهره‌برداری از منابع محدود آب می‌باشد (۸). امکان استفاده از ضایعات آلی کشاورزی و یا سوپر جاذب‌های مصنوعی علاوه بر اثرات مثبت بر خصوصیات فیزیکی خاک‌ها می‌تواند گامی اساسی در جلوگیری از اثرات محتمل زیست محیطی ضایعات کشاورزی باشد. مواد آلی سبب کاهش تبخیر و تعرق، افزایش نگهداری آب به‌ویژه در خاک‌های سبک بافت کاهش شکاف و ترک در سطح خاک به‌ویژه در خاک‌های ریزبافت، بهبود و اصلاح خاکدانه‌سازی و جلوگیری از تراکم پذیری خاک‌ها می‌شوند (۲ و ۲۵). طی یک آزمایش انکوباسیون، اثر کمپوست و ورمی‌کمپوست تفاله انگور بر خصوصیات فیزیکی خاک در مقادیر ۴، ۸ و ۱۶ درصد وزن خاک خشک بررسی شد که نتایج نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار استحکام خاک، ظرفیت نگهداری آب خاک و اندازه خاکدانه‌ها بود (۲۶). همچنین در مطالعه‌ای، از ضایعات آلی صنعت کاغذ در بهبود خصوصیات فیزیکی و حاصلخیزی خاک استفاده شد و نتایج نشان داد که استفاده از این مواد منجر به افزایش ماده آلی خاک، خاکدانه‌سازی، افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و CEC می‌شود (۱۴). در یک تحقیق گزارش شد که با افزودن پنج درصد وزنی لجن فاضلاب به خاکی با بافت لوم سیلتی، هدایت هیدرولیکی اشباع پس از ۲۷ روز افزایش، اما پس از ۷۹ روز کاهش یافت و به‌مقدار شاهد رسید (۱۷).

نتایج اختر و همکاران (۱۲) نشان داد با افزایش ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد هیدروژل به خاک، ظرفیت نگهداری آب به‌طور خطی (R=۰/۹۸۸) افزایش یافت. افزودن نتایج مثبت استفاده از یک پلیمر جاذب رطوبت به‌نام آلکوزورب بر عملکرد و کارآیی مصرف آب سویا در یک خاک شنی تأیید شد (۳۱). پاتیل و همکاران (۲۸)، اثرات بیوپلیمرهای مختلف مانند آگار سلولز و پلی‌ساکاریدهای باکتریایی به‌عنوان اصلاح کننده‌های خاک را بر ظرفیت نگهداری آب و نقطه پژمردگی دایم خاک، جوانه‌زنی و رشد نشاهای پنبه در یک مقیاس آزمایشگاهی بررسی کردند. نتایج نشان داد که بیوپلیمرها، ۲۳۳ تا ۲۴۲ درصد ظرفیت نگهداری آب خاک را افزایش دادند و از ۸۴ تا ۱۰۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد در نقطه پژمردگی تأخیر ایجاد شد.

مواد سوپر جاذب در صورت اختلاط با بسترهای کشت می‌توانند سبب بهبود بافت فیزیکی بستر و افزایش ظرفیت نگهداری آب (۴، ۹ و ۲۳)، سهولت دسترسی ریشه گیاه به آب و عناصر غذایی (۱۵) و کاهش استرس خشکی (۱۳ و ۲۱) گردند. عابدی کوپایی و سهراب (۶) نتیجه‌گیری کردند کاربرد سوپرجاذب‌های سنتزی PR۳۰۰۵A و A۱۰۰ Superab در افزایش انواع تخلخل در بافت شنی به‌علت درجه تورم بیشتر پلیمرها چشمگیرتراست، به‌طوری که باعث افزایش تخلخل مویین به‌میزان چهار برابر نسبت به تیمار شاهد و نیز کاهش تخلخل تهویه‌ای شده است. به‌نظر می‌رسد دانسیته پایین مواد آلی سبب کاهش وزن مخصوص شده است. عوامل مختلفی بر تراکم‌پذیری خاک تأثیر دارند که یکی از مهم‌ترین آنها مواد آلی هستند (۳۲).

در میان مجموعه غنی از گیاهان پوششی، گیاهانی یافت می‌شوند که می‌توانند جایگزین چمن شوند و می‌توان آنها را برای جاهایی که کاشت چمن با مشکل مواجه است در نظر گرفت که از این جمله می‌توان به گیاه لیزیماکیا اشاره کرد. لیزیماکیا با نام علمی *Lysimachia nummularia* از خانواده Primulaceae بومی نواحی نیمه‌گرمسیری مانند جنوب آفریقا است. گونه‌ای که در ایران به‌عنوان گیاه پوششی کاشته می‌شود *Lysimachia nummularia* "Aurea" می‌باشد. هدف از انجام این مطالعه، استفاده از ضایعات آلی و پلیمرهای سوپر جاذب به منظور افزایش نگه داشت آب در خاک و تأخیر در نقطه پژمردگی دائم و اثر آنها به‌همراه دور آبیاری بر رشد گیاه لیزیماکیا است.

جدول ۱. برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

ردیف	خصوصیت	مقدار
۱	pH	۷/۱۰
۲	EC (dS/m)	۰/۸۷
۳	بافت خاک	لوم شنی
۴	ذرات درشت تر از ۲mm (درصد وزنی)	۳/۲
۵	ماده آلی (درصد)	۳/۷
۶	آهک (درصد)	۰/۷۰

جدول ۲. مشخصات تیمارهای خاک

شماره تیمارها	مشخصات
۱	۷۰ درصد خاک + ۳۰ درصد کود دامی پوسیده (شاهد)
۲	۷۰ درصد خاک + ۳۰ درصد کمپوست زباله شهری و ضایعات برنج
۳	۷۰ درصد خاک + ۳۰ درصد تفاله زیتون و ضایعات برنج
۴	۵۰ درصد خاک + ۵۰ درصد کمپوست زباله شهری و ضایعات برنج
۵	۵۰ درصد خاک + ۵۰ درصد تفاله زیتون و ضایعات برنج
۶	۳۰ درصد خاک + ۷۰ درصد کمپوست زباله شهری و ضایعات برنج
۷	۳۰ درصد خاک + ۷۰ درصد تفاله زیتون و ضایعات برنج
۸	۵۰ درصد خاک + ۲۰ درصد کود دامی + ۳۰ درصد کمپوست زباله شهری و ضایعات برنج
۹	۵۰ درصد خاک + ۲۰ درصد کود دامی + ۳۰ درصد تفاله زیتون و ضایعات برنج
۱۰	۷۰ درصد خاک + ۳۰ درصد کود دامی پوسیده + ۲/۵ گرم در یک کیلوگرم خاک سوپرجاذب
۱۱	۷۰ درصد خاک + ۳۰ درصد کود دامی پوسیده + ۷/۵ گرم در یک کیلوگرم خاک سوپرجاذب
۱۲	۷۰ درصد خاک + ۳۰ درصد کود دامی پوسیده + ۱۵ گرم در یک کیلوگرم خاک سوپرجاذب

مواد و روش‌ها

برای انتخاب خاک فضای سبز شهری پس از هماهنگی با مدیر عامل محترم سازمان فضای سبز شهر رشت، خاک یک منطقه با بافت سبک‌تر به آزمایشگاه منتقل گردید. جدول ۱ برخی از خصوصیات خاک مورد آزمایش را نشان می‌دهد. در فاز انکوباسیون، اختلاط خاک با ضایعات آلی کشاورزی و سوپر جاذب‌ها طبق تیمارهای جدول ۲ انجام شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۲ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. مهم‌ترین پارامتر اندازه‌گیری شده در آزمایش تعیین رطوبت تیمارها در حالت ظرفیت زراعی((Field Capacity (FC)) و نقطه پژمردگی ((Permanent Wilting Point (PWP)) است که لازمه آن تعیین پتانسیل ماتریک (φ_m) خاک است. در حال

حاضر، جهت تعیین منحنی رطوبتی خاک، روش صفحه فشاری (Pressure plate) متداول است. اگرچه این روش دقیق است ولی به تجهیزات گران قیمت نیاز دارد، لذا فقط در آزمایشگاه‌های مجهز خاک‌شناسی و آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش‌های غیرمستقیمی برای تخمین رطوبت ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دایم وجود دارد که از آن جمله می‌توان به روش ارایه شده توسط نوربخش و افیونی (۱۱) اشاره نمود. یکی از روش‌های ساده، ارزان و کاربردی، روش کاغذ صافی (Filter paper method) است (۲۰). اساس کار به‌این صورت است که در نمونه‌های خاک با وزن یکسان (حدود ۱۰۰ گرم خاک از الک ۲ میلی‌متری رد شده)، مقادیر متفاوت و مشخص آب مقطر اضافه نموده و اجازه داده می‌شود هر نمونه خاک مرطوب با سطح معینی از کاغذصافی واتمن شماره ۴۲ به‌مدت ۴۸ ساعت در تماس باشد تا به تعادل رطوبتی برسد (۵). در این حالت پتانسیل ماتریک نمونه خاک مرطوب (مکش خاک) معادل پتانسیل ماتریک کاغذ صافی است. بنابراین اگر پتانسیل ماتریک کاغذ صافی با استفاده از رابطه تجربی Hamblin (۲۰) به شرح رابطه ۱ برآورد شود، پتانسیل ماتریک نمونه خاک مرطوب، به‌دست خواهد آمد.

$$\ln(10\,\varphi_m) = -2/397 - 3/683\,\ln(F/100) \qquad [1]$$

در این رابطه: φ_m پتانسیل ماتریک کاغذ صافی بر حسب مگاپاسکال (m_{pa}) و F درصد رطوبت وزنی کاغذ صافی است.

برای به دست آوردن منحنی رطوبتی خاک حدود ۲ کیلوگرم از هر تیمار برداشت و پس از عبور دادن از الک ۲ میلی‌متری در داخل دستگاه آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک گردید. مقدار ۱۰۰ گرم خاک وزن و به‌ترتیب مقادیر ۵، ۷/۵، ۱۰، ۱۲/۵، ۱۵، ۱۷/۵، ۲۰، ۲۲/۵، ۲۵، ۲۷/۵ و ۳۰ میلی‌لیتر آب به هر ۱۰۰ گرم خاک اضافه گردید. خاک با دقت تمام با آب مخلوط گردید تا توزیع رطوبت در خاک کاملاً یکسان باشد. در هر ظرف مخصوص فلزی، تعداد سه برگ کاغذ صافی که وزن آنها به‌طور دقیق با ترازوی ۰/۰۰۱ گرم وزن شده بود قرار گرفت به‌طوری که هر کاغذ صافی در بین دو لایه از خاک قرار داشت. بعد از ۴۸ ساعت، کاغذ صافی مرطوب از ظرف فلزی خارج و به‌وسیله ترازو با دقت اندازه‌گیری شد. درصد رطوبت وزنی کاغذ صافی، محاسبه و φ_m از رابطه ۱ محاسبه گردید. با به‌دست آوردن φ_m و بیان آن بر حسب بار مقدار رطوبت تیمارها در مکش ۰/۳ بار و ۱۵ بار (رطوبت معادل FC و PWP) مشخص گردید. با در دست داشتن رطوبت معادل FC و رطوبت معادل نقطه پژمردگی برای تمام تیمارها زمان رسیدن به نقطه پژمردگی به دقت دنبال شد. به‌عبارتی با دانستن وزن خاک مرطوب در ضرایب رطوبتی FC و PWP در هر تیمار، با توزین مرتب نمونه‌ها، زمان رسیدن به وزن خاک مرطوب در رطوبت‌های FC و PWP در هر تیمار تعیین شد. بدین‌ترتیب زمان شروع اشباع خاک‌ها تا رسیدن به رطوبت معادل PWP و تأخیر در نقطه پژمردگی دائم در مقایسه با شاهد محاسبه شد. در هر یک از تیمارها، وزن مخصوص ظاهری، تخلخل کل و درصد آب قابل استفاده (۱۰) اندازه‌گیری شد.

پس از آزمایش انکوباسیون، اقدام به تهیه قلمه از گیاه لیزیماکیا کرده و عمل نشا در گلدان صورت گرفت. نمونه‌ها در جعبه‌های کاشت با سطح ۳۰×۴۰ و عمق ۶ سانتی متر کشت و در فضای آزاد قرار داده شدند. میانگین دما در زمان کاشت گیاه و طی مراحل رشد آن که ۳ ماه به طول انجامید، ۳۸-۳۰ درجه سانتی‌گراد بود. مطالعه در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور بستر کاشت (۴ تیمار با توجه به نتایج آزمایش انکوباسیون) و دور آبیاری (۳ دور) در ۳ تکرار صورت پذیرفت. جدول ۳، تیمارهای به‌کار رفته در بستر کاشت گیاه لیزیماکیا و دور آبیاری را نشان می‌دهد. پس از سه ماه از رشد گیاه، بخش هوایی گیاه از سطح خاک بریده شد و پس از اندازه‌گیری وزن تر، نمونه‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و سپس با ترازوی دیجیتال توزین شد. تعداد گره و برگ شمارش شد. طول بلندترین ساقه و سرعت پنجه زنی (سانتی‌متر مربع در روز)

جدول ۳. مشخصات تیمارهای به‌کار رفته در مرحله گلخانه

شماره تیمارها	مشخصات
۱	۷۰ درصد خاک + ۳۰ درصد کود دامی پوسیده (شاهد)
۲	۷۰ درصد خاک + ۳۰ درصد کمپوست زباله شهری و ضایعات برنج
۳	۵۰ درصد خاک + ۲۰ درصد کود دامی + ۳۰ درصد کمپوست زباله شهری و ضایعات برنج
۴	۷۰ درصد خاک + ۳۰ درصد کود دامی + ۱۵ گرم سوپرجاذب در یک کیلوگرم خاک

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به اثر تیمارها بر خصوصیات فیزیکی بسترها

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		درصد رطوبت معادل FC	درصد رطوبت معادل نقطه پژمردگی دائم	جرم مخصوص ظاهری	درصد آب قابل استفاده	تخلخل کل	زمان رسیدن به نقطه پژمردگی دائم
تیمار	۱۱	۵۴/۹**	۱۷/۲**	۰/۱۸۶**	۲۲/۱**	۵۱۳/۳**	۵۲۴۵۶/۶**
خطا	۲۲	۰/۰۲۸	۰/۰۲۶	۰/۰۰۰	۰/۱۲۲	۲۱/۸	۱/۸۹

**: در سطح یک درصد معنی‌دار است

اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس داده‌ها به‌وسیله نرم‌افزار SPSS انجام شد و مقایسه میانگین داده‌ها در سطح یک درصد توسط آزمون LSD (Least Significant Difference) انجام شد.

نتایج

جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴) نشان می‌دهد که اختلاط مقادیر متفاوت ضایعات آلی و سوپر جاذب بر خصوصیات فیزیکی خاک شامل درصد رطوبت معادل FC، نقطه پژمردگی دائم، جرم مخصوص ظاهری، درصد آب قابل استفاده، تخلخل کل و زمان رسیدن به نقطه پژمردگی دائم تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد داشته است.

فاز انکوباسیون: جدول ۵، اثر تیمارها بر خصوصیات فیزیکی خاک را نشان می‌دهد. طبق نتایج، بیشترین مقدار رطوبت معادل FC مربوط به تیمار شماره ۱۲ (سوپرجاذب به‌میزان ۱۵ گرم به ازای هر کیلوگرم خاک) با رطوبت ۲۵ درصد می‌باشد. در گروه تیمارهای کمپوست زباله شهری (تیمارهای شماره ۲، ۴، ۶ و ۸) با افزایش درصد زباله، رطوبت معادل FC افزایش یافت. در گروه تیمارهای تفاله زیتون (تیمارهای ۳، ۵ و ۹) نیز با افزایش درصد تفاله زیتون، رطوبت معادل FC افزایش یافت. با افزایش مقدار سوپر جاذب درصد رطوبت معادل FC افزایش یافت به‌طوری که در بین تیمارهای این گروه، شماره ۱۰ (۲/۵ گرم سوپر جاذب بر کیلوگرم خاک) کمترین مقدار و تیمار شماره ۱۲ (۱۵ گرم سوپر جاذب بر کیلوگرم خاک) بالاترین مقدار رطوبت معادل FC را نشان داد. تیمار شماره ۷ (۷۰ درصد تفاله زیتون) بیشترین مقدار رطوبت معادل PWP را دارا است. در گروه تیمارهای کمپوست زباله شهری، تفاله زیتون و سوپرجاذب، با افزایش مقادیر هر ماده، مقدار رطوبت معادل PWP افزایش یافت. از نظر تأخیر در نقطه پژمردگی دائم، کلیه تیمارها با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار دارند. تیمارهای گروه سوپرجاذب (تیمارهای ۱۰، ۱۱ و ۱۲ به‌ترتیب با ۲۶۴، ۳۶۰ و ۴۳۲ ساعت نسبت به سایر تیمارها، تأثیر بیشتری در تأخیر نقطه پژمردگی دائم دارند. تیمارهای گروه کمپوست زباله شهری نسبت به تیمارهای گروه تفاله زیتون مدت زمان رسیدن به نقطه پژمردگی را به‌میزان بیشتری افزایش داده‌اند (تیمارهای ۲ و ۸ با ۱۲۸ ساعت). این نتایج حاکی از آن است که کمپوست زباله

جدول ۵. اثر تیمارها بر رطوبت قابل استفاده، جرم مخصوص ظاهری و تخلخل کل بسترها

شماره تیمار	رطوبت معادل FC	رطوبت معادل PWP	تأخیر در نقطه پژمردگی دائم (ساعت)	رطوبت قابل استفاده (درصد)	جرم مخصوص ظاهری (g/cm^3)	تخلخل کل (٪)
۱	۱۲/۶ ^{i*}	۸/۱ ^{f}	۴۸ ^{h}	۴/۵ ^{f}	۱/۳۵ ^{d}	۳۷/۲ ^{d}
۲	۱۴/۲ ^{h}	۷/۲ ^{hi}	۱۲۸ ^{d}	۷/۰ ^{d}	۱/۴۷ ^{b}	۵۳/۷ ^{c}
۳	۱۵/۰ ^{f}	۷/۴ ^{gh}	۱۲۲ ^{e}	۷/۶ ^{de}	۱/۵۰ ^{a}	۳۷/۶ ^{d}
۴	۱۴/۶ ^{g}	۷/۶ ^{g}	۵۱ ^{g}	۷/۰ ^{d}	۱/۱۴ ^{e}	۶۸/۹ ^{a}
۵	۱۴/۶ ^{g}	۸/۸ ^{e}	۵۱ ^{g}	۵/۸ ^{e}	۰/۹۹ ^{h}	۶۶/۹ ^{a}
۶	۲۳/۰ ^{c}	۱۳/۰ ^{b}	۷۸ ^{f}	۱۰/۰ ^{b}	۰/۹۹ ^{h}	۶۶/۹ ^{a}
۷	۲۴/۸ ^{b}	۱۴/۳ ^{a}	۵۳ ^{g}	۱۰/۵ ^{b}	۰/۷۰ ^{j}	۷۱/۲ ^{a}
۸	۱۶/۰ ^{e}	۸/۸ ^{e}	۱۲۸ ^{d}	۷/۲ ^{de}	۱/۰۴ ^{g}	۶۸/۲ ^{a}
۹	۱۶/۰ ^{e}	۱۱/۲ ^{e}	۵۳ ^{g}	۴/۸ ^{f}	۰/۹۲ ^{i}	۶۴/۰ ^{ab}
۱۰	۱۴/۸ ^{fg}	۷/۱ ^{i}	۲۶۴ ^{c}	۷/۷ ^{c}	۱/۴۰ ^{c}	۴۳/۱ ^{d}
۱۱	۱۸/۰ ^{d}	۸/۲ ^{f}	۳۶۰ ^{b}	۹/۸ ^{b}	۱/۰۸ ^{f}	۵۸/۲ ^{bc}
۱۲	۲۵/۰ ^{a}	۱۰/۸ ^{d}	۴۳۲ ^{a}	۱۴/۴ ^{a}	۰/۹۴ ^{i}	۷۲/۷ ^{a}

* داده‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند، طبق آزمون LSD از نظر آماری اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند.

شهری نسبت به تفاله زیتون تأثیر بیشتری در تأخیر نقطه پژمردگی دائم دارد.

جدول ۵ نشان می‌دهد که بیشترین مقدار آب قابل استفاده برای گیاه را تیمار شماره ۱۲ (۱۵ گرم سوپر جاذب به‌ازای هر کیلوگرم خاک) با ۱۴/۴۰ درصد رطوبت به‌خود اختصاص داده است. نتایج حاکی از آن است که با افزایش درصد ضایعات آلی و افزایش میزان سوپرجاذب، درصد تخلخل افزایش می‌یابد و در این بین تیمارهای گروه کمپوست زباله شهری نسبت به تیمارهای گروه تفاله زیتون تأثیر بیشتری در افزایش درصد تخلخل دارند. با افزایش درصد ضایعات آلی جرم مخصوص ظاهری کاهش می‌یابد همچنین با افزایش میزان سوپرجاذب این روند کاهشی مشاهده می‌شود به‌طوری‌که تیمار شماره ۱۰ (۲/۵ گرم سوپرجاذب در یک کیلوگرم خاک) اختلاف بسیار اندکی با تیمار شاهد داشته در صورتی‌که تیمار شماره ۱۲ (۱۵ گرم سوپر جاذب) تفاوت زیادی با تیمار شاهد دارد.

فاز گلخانه: نتایج تجزیه واریانس صفات گیاه (جدول ۶) نشان می‌دهد که وزن خشک، تعداد گره در بلندترین ساقه، تعداد گره و تعداد برگ تحت تأثیر بستر کاشت، در سطح ۵ درصد و صفات طول بلندترین ساقه و سرعت پنجه‌زنی در سطح یک درصد معنی‌دار شده‌اند. داده‌های حاصل از اثر بستر کاشت بر صفات گیاه (جدول ۷) نشان می‌دهد که تیمار ۴ (۷۰ درصد خاک + ۳۰ درصد کود دامی + ۱۵ گرم سوپرجاذب در یک کیلوگرم خاک) در صفات وزن خشک، تعداد برگ، طول بلندترین ساقه و سرعت پنجه‌زنی، اختلاف معنی‌دار با شاهد دارد. در رابطه با تیمارهای حاوی کمپوست زباله شهری، تیمار ۲ (۷۰ درصد خاک + ۳۰ درصد کمپوست زباله شهری) و تیمار ۳ (۵۰ درصد خاک + ۲۰ درصد کود دامی + ۳۰ درصد کمپوست زباله شهری) سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک و تعداد گره نسبت به شاهد شدند. داده‌های حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که در دور آبیاری ۳۶ ساعت، میانگین وزن خشک، تعداد گره، تعداد گره در بلندترین ساقه، طول بلندترین ساقه، تعداد برگ و سرعت پنجه‌زنی بیشتر از سایر دورهای آبیاری است (جدول ۸).

جدول ۶. تجزیه واریانس صفات گیاه لیزیماکیا تحت تأثیر آبیاری و بسترهای کاشت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن خشک	تعداد گره در بلندترین ساقه	تعداد گره	تعداد برگ	طول بلندترین ساقه	سرعت پنجه‌زنی
بستر کاشت	۳	۰/۰۱۵*	۲/۶*	۳/۲*	۱/۲*	۱۰/۸**	۲۲/۲**
دور آبیاری	۲	۰/۰۱۲^{ns}	۱۶/۳**	۴/۰^{ns}	۲۱/۳**	۲۵/۴**	۵۷/۴**
بستر×آبیاری	۶	۰/۰۰۴*	۱/۵**	۰/۵۱*	۲/۰**	۱/۰۳**	۳/۱**
ضریب تغییرات (٪)		۱۸/۳	۱۲/۱	۱۷/۶	۱۲/۶	۶/۸	۸/۱

*، ** و ns:: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و غیرمعنی‌دار

جدول ۷. تأثیر بسترهای کاشت بر رشد گیاه لیزیماکیا

تیمار (بستر کاشت)	وزن خشک بخش هوایی (گرم)	تعداد گره در بلندترین ساقه	تعداد گره	تعداد برگ	طول بلندترین ساقه (cm)	سرعت پنجه زنی ($cm^{۲}$/day)
۱*	۲۲/۲ ^{b}**	۷/۳۳ ^{ab}	۳۲/۳ ^{b}	۷۹/۸ ^{b}	۱۵/۴ ^{b}	۱۵/۶ ^{b}
۲	۲۶/۶ ^{a}	۶/۷۷ ^{b}	۴۷/۷ ^{ab}	۹۸/۳ ^{ab}	۱۵/۰ ^{b}	۱۵/۳ ^{b}
۳	۲۷/۰ ^{a}	۷/۷۷ ^{a}	۴۲/۱ ^{ab}	۱۰۱/۸۱ ^{a}	۱۵/۹ ^{b}	۱۶/۰ ^{b}
۴	۲۶/۰ ^{a}	۸/۰۰ ^{a}	۴۲/۱ ^{ab}	۱۱۷/۳ ^{a}	۱۷/۵ ^{a}	۱۸/۷ ^{a}

۱. ۷۰ درصد خاک + ۳۰ درصد کود دامی پوسیده (شاهد)

۲. ۷۰ درصد خاک + ۳۰ درصد کمپوست زباله شهری و ضایعات برنج

۳. ۵۰ درصد خاک + ۲۰ درصد کود دامی + ۳۰ درصد کمپوست زباله شهری و ضایعات برنج

۴. ۷۰ درصد خاک + ۳۰ درصد کود دامی + ۱۵ گرم سوپرجاذب در یک کیلوگرم خاک

**داده‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند، طبق آزمون LSD از نظر آماری اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند

جدول ۸. تأثیر دورهای آبیاری بر رشد گیاه لیزیماکیا

دور آبیاری	وزن خشک بخش هوایی (گرم)	تعداد گره در بلندترین ساقه	تعداد گره	تعداد برگ	طول بلندترین ساقه (cm)	سرعت پنجه‌زنی ($cm^{۲}$/day)
۳۶ ساعت	۲/۷۵a*	۸/۶۶^{a}	۴۸/۹۵^{a}	۱۰۸^{a}	۱۷/۶۷^{a}	۱۸/۸۴^{a}
۷۲ ساعت	۲/۵۳^{a}	۷/۴۱^{b}	۴۲/۱۳^{ab}	۹۹/۱۹^{ab}	۱۵/۳۶^{b}	۱۵/۹۷^{b}
۱۶۸ ساعت	۲/۳۷^{a}	۶/۳۳^{c}	۴۲/۱۳^{ab}	۹۰/۷۳^{b}	۱۵/۰۲^{b}	۱۴/۵۵^{c}

*داده‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند، طبق آزمون LSD از نظر آماری اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند

با توجه به داده‌های حاصل از برهمکنش دور آبیاری و بستر کاشت (جدول ۹)، بالاترین وزن خشک در تیمار ۲ (۷۰ درصد خاک + ۳۰ درصد کمپوست زباله شهری و ضایعات برنج به نسبت مساوی) و دور آبیاری ۳۶ ساعت با میانگین ۳/۱۳ مشاهده شد. تیمار سوپرجاذب با افزایش دور آبیاری از ۳۶ ساعت به ۷۲ ساعت، روند صعودی در مقدار وزن خشک داشته و در ۱۶۸ ساعت، معادل دور آبیاری ۳۶ ساعت عمل کرد. در رابطه با تعداد گره و تعداد گره در بلندترین ساقه، در

جدول ۹. اثر متقابل دور آبیاری و بستر کاشت بر صفات رشد لیزیماکیا

آبیاری	بستر کاشت	وزن خشک بخش هوایی (گرم)	تعداد گره در بلندترین ساقه	تعداد گره	تعداد برگ	طول بلندترین ساقه (cm)	سرعت پنجه‌زنی (cm^2/day)
۳۶ ساعت	۱	۲/۴۰ b	۸/۰۰ abcd	۳۳/۴۳ b	۸۴/۴۸ c	۱۷/۳۶ ab	۱۸/۱۳ ab
	۲	۳/۱۳ a	۸/۳۳ abc	۵۰/۵۶ a	۱۰۵/۳۲ b	۱۶/۹۰ abc	۱۷/۹۵ ab
	۳	۲/۸۵ ab	۹/۰۰ a	۵۳/۱۲ a	۱۱۹/۵۲ a	۱۷/۸۰ ab	۱۹/۲۸ a
	۴	۲/۶۴ ab	۹/۳۳ a	۵۸/۶۶ a	۱۲۲/۶۶ a	۱۸/۶۳ a	۲۰/۰۲ a
۷۲ ساعت	۱	۲/۱۶ ab	۷/۳۳ bcde	۳۱/۶۸ b	۸۰/۹۵ c	۱۴/۳۳ e	۱۴/۸۸ cd
	۲	۲/۷۳ a	۶/۶۶ def	۴۶/۳۴ a	۱۰۱/۱۲ b	۱۴/۷۰ ed	۱۴/۱۲ d
	۳	۲/۵۴ ab	۷/۰۰ cde	۳۹/۸۴ b	۹۷/۳۸ b	۱۴/۶۶ ed	۱۴/۹۶ cd
	۴	۲/۷۲ a	۸/۶۶ ab	۵۰/۶۶ a	۱۱۷/۳۲ a	۱۷/۵۶ ab	۱۹/۹۰ a
۱۶۸ ساعت	۱	۲/۰۰ b	۶/۶۶ def	۳۱/۶۸ b	۷۳/۹۲ b	۱۴/۶۶ ed	۱۳/۸۱ d
	۲	۲/۱۰ ab	۵/۳۳ f	۴۶/۳۴ a	۸۸/۴۸ c	۱۳/۵۴ e	۱۴/۰۵ d
	۳	۲/۷۴ a	۷/۳۳ bcde	۳۹/۸۴ ab	۸۸/۵۳ c	۱۵/۲۶ edc	۱۳/۹۳ d
	۴	۲/۶۴ a	۶/۰۰۰ ef	۵۰/۶۶ a	۱۱۲/۰ a	۱۶/۵۰ bcd	۱۶/۴۰ bc

*دادههایی که دارای یک حرف مشترک هستند، طبق آزمون LSD از نظر آماری اختلاف معنیدار با یکدیگر ندارند

تمامی دورهای آبیاری، میزان این صفات در تیمار سوپرجاذب بیشتر از تیمار شاهد بود. در رابطه با تعداد برگ در پلات، برهمکنش دور آبیاری و بستر کاشت معنیدار شد. بهنظر میرسد با افزایش دور آبیاری، سوپرجاذب میتواند در شرایط کمبود رطوبتی، نقش خود را در تأمین رطوبت پیرامون ریشه گیاه ایفا نماید. در ارتباط با طول بلندترین ساقه، بیشترین طول در تیمار سوپرجاذب با دور آبیاری ۳۶ ساعت مشاهده شد. در ۷۲ ساعت اختلاف شاهد با تیمار سوپر جاذب معنیدار شد. در تمامی دورهای آبیاری، طول بلندترین ساقه و سرعت پنجهزنی در تیمار سوپرجاذب بیشتر از شاهد و سایر تیمارها بود. بالاترین میزان سرعت پنجهزنی در تیمار ۳۶ ساعت سوپرجاذب مشاهده شد اما در این دور آبیاری، برهمکنش دور آبیاری و بستر کاشت معنیدار نبود. در دورهای ۷۲ و ۱۶۸ ساعت، اختلاف معنیدار بین تیمار شاهد با تیمار سوپرجاذب مشاهده شد.

بحث

افزایش مقدار رطوبت معادل FC و PWP در خاکها پس از استفاده از مواد اصلاح کننده، بهدلیل افزایش مقدار کربن آلی و در اثر تشکیل ژلهای حاصل از تجزیه بقایایی آلی و ترشحات میکروبی میباشد. امرسون (۱۶) گزارش کرد که با افزایش ماده آلی در علفزارها، مقدار رطوبت در FC و PWP افزایش مییابد. صرفنظر از مقدار رس، با افزایش مقدار کربن آلی، ظرفیت نگهداری رطوبت خاک در اثر تشکیل ژلهای حاصل از تجزیه بقایای آلی و ترشحات میکروبی افزایش مییابد (۱۶). استفاده از ضایعات آلی کشاورزی و سوپر جاذبها باعث افزایش زمان رسیدن به نقطه پژمردگی دائم در تمام تیمارها گردید. ضایعات آلی با کاهش میزان تبخیر و افزایش ظرفیت نگهداری آب سبب افزایش مقدار آب قابل استفاده شده و بدینترتیب زمان رسیدن به نقطه پژمردگی به تأخیر میافتد (۱ و ۲۹). پلیمرهای سوپر جاذب بهدلیل توانایی‌شان در جذب مقدار زیاد آب بهعنوان مخازن کوچک آب عمل نموده و میتوانند این آب را برای گیاه قابل استفاده و سبب تأخیر در نقطه پژمردگی گردند. این موضوع با نظریه محققین بسیار زیادی مطابقت دارد (۱۲، ۱۳،

۱۵، ۱۸، ۲۱ و ۳۱). در پژوهشی اثر هیدروژل ویترا (نوعی سوپر جاذب) بر پژمردگی و تنش رطوبتی دو گیاه آهار و جعفری بررسی شد. نتایج نشان داد که افزایش میزان هیدروژل، سبب افزایش زمان رسیدن به نقطه پژمردگی گردید (۱۸). در یک پژوهش دیگر، وانگ و گرگ (۳۵) اثر هیدروژل روی رشد و پژمردگی سه گیاه زینتی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که هیدروژل اثر مفیدی روی رشد گیاهان نداشته اما زمان لازم برای رسیدن به نقطه پژمردگی را تا سه روز افزایش داد.

در این آزمایش به‌دلیل سبک بودن بافت خاک (لوم شنی)، افزودن ضایعات آلی سبب افزایش بیشتر درصد رطوبت قابل استفاده گردید. افزایش درصد رطوبت در خاک شنی با افزودن شاخه‌های هرس شده و خرد شده تاکستان (۲ تن در هکتار وزن تازه)، کود گاوی (۱۰ و ۲۰ تن در هکتار وزن تازه) و کمپوست قارچ له شده (۸ و ۱۶ تن در هکتار وزن تازه) گزارش شد (۳۲). مواد آلی باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک مانند تخلخل، پایداری خاکدانه‌ها و جرم مخصوص ظاهری خاک می‌شوند (۱۹، ۳۵ و ۳۶).

در زمان ۳۶ ساعت، اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد و تیمار سوپرجاذب دیده نمی‌شود، اما در تیمار ۱۶۸ ساعت، وزن خشک گیاه به‌طور معنی‌دار بیشتر از شاهد بوده است. با افزایش مدت زمان آبیاری از ۳۶ ساعت به ۷۲ ساعت و سپس ۱۶۸ ساعت، توانایی سوپرجاذب در تأمین آب قابل استفاده گیاه بیشتر مشخص می‌شود. انتظار می‌رود با افزایش دور آبیاری به ۱۲-۱۰ روز (۲۸۸-۲۴۰ ساعت) برتری تیمار سوپرجاذب نسبت تیمار شاهد بیشتر نمایان گردد. این به‌دلیل نقش سوپرجاذب درایجاد تأخیر ر رسیدن به ضریب رطوبتی نقطه پژمردگی دائم خاک (طبق آزمایش انکوباسیون) است. در رابطه با تیمارهای حاوی کمپوست زباله شهری، تیمار ۲ (۷۰ درصد خاک + ۳۰ درصد کمپوست زباله شهری) و تیمار ۳ (۵۰ درصد خاک + ۲۰ درصد کود دامی + ۳۰ درصد کمپوست زباله شهری) سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک و تعداد گره نسبت به شاهد شدند. این افزایش می‌تواند به‌دلیل افزایش ماده آلی و فراهم شدن مقادیر مناسب عناصر غذایی در خاک و از طرفی بهبود ظرفیت نگهداری آب و بهترشدن خصوصیات فیزیکی خاک باشد (۳). مولدس و همکاران (۲۴)) گزارش کردند که کمپوست زباله شهری می‌تواند کلیه عناصر غذایی پرمصرف برای رشد گیاه را تأمین نماید و از این طریق باعث بهبود عملکرد گیاه شود.

با افزایش دور آبیاری، میانگین وزن خشک، تعدادگره، تعداد گره در بلندترین ساقه، طول بلندترین ساقه، تعداد برگ و سرعت پنجه‌زنی کاهش یافت. گیاهان از راه کاهش پتانسیل اسمزی و ساخت محلول های آلی و معدنی در سلول، به شرایط تنش تحمل نشان می‌دهند که به این تحمل، تنظیم اسمزی می‌گویند. در این شرایط پتانسیل آبی گیاه و پتانسیل اسمزی، منفی‌تر شده و به‌دلیل جذب آب در شرایط افزایش املاح، پتانسیل فشاری افزایش می‌یابد (۳۰). بسته‌شدن روزنه‌ها در پاسخ به تنش، مکانیسمی برای کاهش از دست رفتن آب از بافت‌های گیاهی است (۲۷ و ۳۴) اما اگر این امر به‌مدت طولانی ادامه پیدا کند، به‌علت کاهش تثبیت دی‌اکسیدکربن، میزان فتوسنتز به‌شدت کاهش می‌یابد (۳۴). کاهش فتوسنتز، کاهش رشد گیاه را در پی دارد. تنش، رشد طولی را کاهش می‌دهد و این موضوع ارتباط مستقیم با پتانسیل آب دارد. رشد فقط در شرایط فراهم بودن آب و حفظ پتانسیل آب انجام می‌گیرد. در شرایط تنش رطوبتی، تعداد برگ و سطح برگ کاهش یافته و گیاه برای حفظ شرایط رطوبتی خود، مجبور است تنظیم اسمزی انجام دهد. برای این امر انرژی متابولیکی خود را برای تولید مواد حد واسط یا تجمع املاحی صرف می‌کند که ممکن است برای گیاه ایجاد سمیت کند. همچنین پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تنش رطوبتی باعث کاهش طول ساقه می‌شود (۳۳) که این مطلب نیز با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. طول بلندترین ساقه با افزایش دور آبیاری از ۳۶ به ۱۶۸ ساعت به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

نتایج این بررسی نشان می‌دهد که افزودن سوپرجاذب به خاک با به تأخیر انداختن زمان پژمردگی گیاه، می‌تواند با

افزایش دور آبیاری، باعث صرفه‌جویی در میزان مصرف آب شود. با توجه به این‌که ماده اصلاحی نقش مستقیم تغذیه‌ای ندارد، افزایش عملکرد گیاه در اثر بهبود شرایط فیزیکی خاک است. این افزایش رشد در اثر نقش غیر مستقیم ماده اصلاحی در افزایش جذب N، P و K برای گیاه می‌باشد و در شرایط تهویه مناسب و آب قابل دسترس مناسب، میزان رشد افزایش می‌یابد. پلیمرهای سوپرجاذب با افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک می‌توانند در به تأخیر انداختن تنش رطوبتی در گیاهان و فراهم کردن یک حالت بافری در برابر از دست رفتن محصول در طول زمان بین دو آبیاری مؤثر باشند (۲۲). تنش خشکی باعث کاهش طول ساقه و ایجاد حالت کوتولگی در گیاهان می‌شود (۳۳) که پلیمرها با کاهش اثر تنش خشکی، مانع این پدیده خواهند شد. تأثیر مثبت ماده اصلاحی ایگیتا (ماده جاذب رطوبت) بر افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت و آب قابل استفاده در خاک و نیز افزایش عملکرد دانه سویا در واحد سطح گزارش شده است (۷). این اثر به‌علت جذب مقادیر قابل ملاحظه آب در ساختمان سوپر جاذب و متعاقب آن قرار دادن آب جذب شده به خاک اطراف ریشه گیاه در هنگام خشکی، می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در کل، طبق نتایج بیشترین وزن خشک اندام هوایی در تیمار ۲ (۳۰ درصد کمپوست زباله شهری و ضایعات برنج) در دور آبیاری ۳۶ ساعت بود، اما در دور آبیاری ۱۶۸ ساعت، وزن خشک در این تیمار کاهش یافت و بیشترین وزن خشک مربوط به تیمار سوپرجاذب بود. در تعداد برگ نیز در تیمارهای ۲ و ۳ (کمپوست زباله شهری و ضایعات برنج)، کاهش معنی‌دار تعداد برگ در دور آبیاری ۱۶۸ ساعت نسبت به ۳۶ ساعت دیده می‌شود، در حالی که در تیمار سوپر جاذب، تغییر معنی‌دار مشاهده نشد. در دور آبیاری ۱۶۸ ساعت، تیمار سوپر جاذب نسبت به سایر دورهای آبیاری، نقش قابل ملاحظه‌ای نسبت به تیمار شاهد داشت، اما به‌نظر می‌رسد تنش رطوبتی با اعمال دور آبیاری تا ۱۶۸ ساعت برای مشاهده تأثیر پلیمرهای سوپر جاذب بر فاکتورهای رشد گیاه لیزیماکیا، کفایت نمی‌کند، لذا با توجه به نتایج این بررسی می‌توان دور آبیاری را به بیشتر از یک هفته (۱۲-۱۰ روز) افزایش داد. لیزیماکیا در فضای سبز شهری هر ۲ روز یکبار آبیاری می‌شود. استفاده از پلیمرهای سوپرجاذب با افزایش دور آبیاری می‌تواند باعث کاهش هزینه‌ها، کاهش ترافیک بین‌شهری (با کاهش رفت و آمد تانکرهای آبیاری فضای سبز) و افزایش راندمان مصرف آب شود. در مجموع، با درنظر گرفتن شرایط اقتصادی می‌توان کاربرد ۱۵ گرم پلیمر سوپرجاذب در یک کیلوگرم خاک با دور آبیاری ۱۲-۱۰ روز را برای لیزیماکیا نومولاریا پیشنهاد کرد. انتظار می‌رود در این حالت، گیاهان با کیفیت بالاتری نسبت به شاهد در دور آبیاری ۱۲-۱۰ روز، تولید شود. پیشنهاد می‌شود اثر متقابل سوپرجاذب و دور آبیاری بیشتر از ۱۰ روز (بیشتر از ۲۴۰ ساعت)، اثر سوپرجاذب، دور آبیاری و تنش شوری بر فاکتورهای رشد لیزیماکیا و همچنین نسبت‌های مختلف سوپرجاذب بر خصوصیات کمی و کیفی گیاهان پوششی دیگر در فضای سبز شهری بررسی گردد.

منابع مورد استفاده

۱. ابراهیمی، س.، ح. بهرامی، و م. ج. ملکوتی. ۱۳۸۲. نقش مواد آلی در اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های آهکی کشور، نشریه فنی شماره ۳۰۲. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. موسسه تحقیقات خاک و آب.

۲. اسدی رحمانی ، ه. ۱۳۷۸. *مواد آلی، اهمیت و افزایش آن در خاک*، نشریه فنی ۴۲. مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور.

۳. الماسیان، ف.، ع. آستارایی و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۵. تأثیر شیرابه و کمپوست زباله شهری بر عملکرد و اجزا عملکرد گیاه گندم،

مجله بیابان. ۱۱(۱): ۹۷-۸۹.

۴. جندقیان، م. ۱۳۷۵. بررسی اثر کوپلیمرهای پلی‌اکریل روی ریشه‌زایی فیلودندرون (*Phylodendron scandens* S.) و رشد شمعدانی (*Pelargonium hortorum* L.)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد باغبانی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم. ۹۵ ص.

۵. عبدالهیان نوقابی، م. و م. برادران فیروزآبادی. ۱۳۸۰. معرفی روش ساده و سریع تعیین منحنی رطوبتی خاک، مجله چغندر قند. ۱۷(۲): ۶۹-۶۶.

۶. عابدی کوپایی، ج. و ف. سهراب. ۱۳۸۳. ارزیابی اثر کاربرد پلیمرهای ابر جاذب بر ظرفیت نگه‌داشت و پتانسیل آب بر سه نوع بافت خاک، مجله علوم وتکنولوژی پلیمر ۱۷(۳): ۱۷۳-۱۶۳.

۷. کریمی، ا. ۱۳۷۲. بررسی تأثیر ماده اصلاحی ایگیتا برروی برخی خصوصیات فیزیکی خاک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

۸. کوچک‌زاده، م.، ع. ا. صباغ فرشی، و ن. گنجی خرم دل. ۱۳۷۹. تأثیر پلیمر فراجاذب آب بر روی برخی خصوصیات فیزیکی خاک. مجله علوم خاک و آب ۱۴(۲): ۱۸۵-۱۷۶.

۹. گنجی خرمدل، ن. ۱۳۸۱. تأثیر سوپرجاذب بر خصوصیات فیزیکی خاک. سومین دوره تخصصی- آموزشی کاربرد کشاورزی وصنعتی، بهمن‌ماه ۱۳۸۱. هیدروژل‌های سوپرجاذب پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، تهران، ایران.

۱۰. محمدی ترکاشوند، ع. ۱۳۸۸. *خاک‌شناسی عمومی*. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت. ۲۶۴ ص.

۱۱. نوربخش، ف. و م. افیونی، ۱۳۷۹. تخمین ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دایم از روی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک . مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۴(۱): ۸-۱.

12. Akhter J. K., K. A. Mahmood, A. M. Malik Mardan and M. M. Iqbal. 2004. Effects of hydrogel amendement on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and chickpea. Plant Soil Environ. 50 (10): 463- 469.
13. Arbona V., D. J. Iglesias, J. Jacas, E. Primo- Millo, M. Talon and A. Gomez–adenas. 2005. Hydrogel substrate amendement alleviates drought effects on young citrus plants. Plant Soil 270(1): 73-82.
14. Camberato, J. J, B. Gagnon, D. A. Angers, M. H. Chantigny and W. L. Pan. 2006. Pulp and paper mill by – products as soil amendments and plant nutrient sources. Can. J. Soil Sci. 86(4): 641-653.
15. El-Hady O. A. and A. S. Wanas. 2006. Water and fertilizer use efficiency by cucumber grown under stress on sandy soil treated with acrylamid hydrogels. J. App. Sci. Res. 2(12): 1293- 1297.
16. Emerson, W. W. 1995. Water retention, organic C and soil texture. Aust. J. Soil Res. 17: 45-56.
17. Epstein, E. 1975. Effects of sewage sludge on soil physical properties, J. Environ. Qual. 4: 139-142.
18. Gehring, J. M. and A. J. Lewis. 1980. III. Effect of hydrogel on wilting and moisture stress of bedding plants. J. Am. Soc. Hort. Sci. 105: 511-513.
19. Guidi, G., M. Pagliai, and M. Giachetti. 1983. Modifications of some physical and chemical soil properties following sludge and compost application. Dordrecht, Netherlands.
20. Hamblin, A. P. 1981. Filter-paper method for routine measurement of field water potential. J. Hydrol. 53: 355-360
21. Henderson J. C., and D. L. Hensley. 1986. Efficacy of a hydrophilic gel as a transplant aid. Hort. Sci. 21(4): 991-1992.
22. Johnson, M. S. and C. J. Veltkamp. 1985. Structure and functioning of water-storing agricultural polyacrylamides. J. Sci. Food Agr. 36: 789-793.
23. Martyn, W. and P. Szor. 2001. Influence of superabsorbents on the physical properties of horticultural substrates. Int. Agrophysics 15: 87-94.
24. Moldes, A., Y. Cendon, and M. T. Barral. 2007. Evaluation of municipal solid waste compost as a plant growing media component, by applying mixture design. Bioresour. Technol. 98: 3069-3075.
25. Morlat, R. and R. Chaussod. 2008. Long- term additions of organic amendments in a Loire Valley vineyard. I. Effects on properties of a calcareous sandy soil. Am. J. Ecol.Viticulture 59(4): 353-363.
26. Paradelo, R., A. B. Moldes and M. T. Barral. 2009. Amelioration of the Physical properties of slate processing fines using grape marc compost and vermicompost. Soil Sci. Soc. Am. J. 73(4): 1251-1260.
27. Paranychianakis, N. V. and K. S. Chartzoulakis. 2005. Irrigation of Mediterranean crops whit saline water: from

physiology to management practices. Agr. Ecosyst. Environ. 106: 171-187.
28. Patil, S. V., B. K. Salunka, C. D. Patil and R. B. Salunkhe. 2011. Studies on Amendment of Different Biopolymers in sandy loam and Their Effect on Germination, App. Biochem. Biotech. 163(6):780-91
29. Reddy, B. G. and M. S. Reddy. 1998. Soil health and crop productivity in in alfisol with integrated plant nutrient supply system. Proceeding of the 9th Australian Agronomy Conference. Wagga Wagga. Australia.
30. Rivelli, A. R., R. A. James, R. Munns and A. G. Condon. 2002. Effect of salinity on water relations and growth of wheat genotypes with contrasting sodium uptake. Funct. Plant Biol. 29: 1065-74
31. Sivapalan, S. 2001. Effect of polymer on soil water holding capacity and plant water use efficiency. Proc. of 10th Australian Agronomy Conference, Horbat.
32. Soane, B. D. 1990. The role of organic matter in soil compactibility: A review of some practical aspects. Soil Till. Res. 16: 179-201.
33. Stocker, O. 1960. Physiological and morphological changes in plant due to water deficiency. Arid Zone Res. 15: 63-94.
34. Tardieu, F. 2005. Plant tolerance to water deficit: physical limits and possibilities for progress. Geoscience, 337: 57-67.
35. Wang Y. and L. L. Gregg. 1992. Hydrophilic polymers- Their response to soil amendments and effect on properties of soilless potting mix. J. Am. Soc.Hort. Sci. 11: 943-948.
36. Yongjie, W. and L. Yangsheng. 2005. Effect of sewage sludge compost application on crops and cropland in a 3-year fields study. Chemosphere 59: 1257-1265

Effects of Some Organic Matter and an Artificial Moisture Absorbent on Soil Available Water, Delay of Permanent Wilting Point and the Growth of *Lysimachia Nummularia* cv. Aurea

A. Mohammadi Torkashvand[1]*, S. Sedaghat Hoor[2] and H. Jamalpour[2]

(Received: Jan. 18-2014 ; Accepted Dec. 14-2015)

Abstract

In this study, the impact of some organic matters and a moisture super absorbent were investigated on available water and delay of permanent wilting point in a sample soil of Rasht landscape. In incubation stage, 12 Treatments including control (70% v/v soil with 30% of the composted manure) and various amounts of soil, municipal compost, composted manure, olives and rice wastes along with a super absorbent (A_{200}) were used in a completely randomized design. In order to provide water-release curve and to determine the amount of moisture needed for Field Capacity (FC) and Permanent Wilting Point (PWP), filter paper method was used. Three treatments having more available moisture and further delay in permanent wilting point in incubation stage were being applied in greenhouse stage, along with the control treatment. In greenhouse stage, impact of treatments and irrigation period (36, 72 and 168 hours) were studied on plant growth of Lysimachia, in a factorial experiment based on randomized complete block design. Results showed that the greatest weight of shoot dry matter was obtained in 30% municipal waste compost treatment and rice wastes treatment in 36 hours irrigation period, but at 168 hours period, dry matter decreased and the greatest dry matter was obtained from superabsorbent treatment.

Keywords: Superabsorbent, Organic wastes, Field capacity, Lysimachia, , Permanent wilting point.

1. Dept. of Soil Sci., Sci. and Research Branch, Islamic Azad Univ., Tehran, Iran.
2. Dept. of Horticulture, Rasht Branch, Islamic Azad Univ., Rasht, Iran.
*: Corresponding Author, Email: m.torkashvand54@yahoo.com