Archive of SID

به‌زراعی کشاورزی
دوره ۱۸ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۵
صفحه‌های ۴۸۰-۴۶۷

تأثیر سوپرجاذب، کود دامی و دور آبیاری بر برخی ویژگی‌های رشدی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی شمعدانی معطر

مریم جعفری[۱]، عبدالحسین رضایی‌نژاد[۲]* و محمد فیضیان[۳]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد – ایران
۲. دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد – ایران
۳. استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد – ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۳/۱۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۱۱/۲۶

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی نقش کود دامی و سوپرجاذب در شرایط کم‌آبیاری بر رشد، عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی شمعدانی معطر، در گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان، در سال ۱۳۹۳ انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل براساس طرح کاملاً تصادفی در ۶ تکرار اجرا شد. فاکتور اول، شامل بستر کاشت (شاهد، سوپرجاذب یک و دو درصد وزنی و کود دامی ۲۵ درصد حجمی) و فاکتور دوم، شامل دور آبیاری (۳، ۵ و ۷ روز یک بار) بود. با افزایش فاصله آبیاری، پارامترهای رشد گیاه و عملکرد اسانس کاهش و میزان اسانس، مالون دی‌آلدئید، پرولین، پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز افزایش یافتند. کود دامی و سوپرجاذب در بهبود رشد و ویژگی‌های بیوشیمیایی گیاه در شرایط کم‌آبیاری مؤثر بودند، اما کود دامی تأثیر بهتری را نشان داد، به‌طوری‌که در بیشتر ویژگی‌ها از جمله سطح برگ، وزن تر و خشک گیاه و عملکرد اسانس، بستر حاوی کود دامی با دور آبیاری هفت روز یک بار عملکردی شبیه به تیمار شاهد با دور آبیاری سه روز یک بار نشان داد. بیشترین کارآیی مصرف آب در تولید اسانس در بستر حاوی کود دامی در هر سه دور آبیاری و همچنین بستر حاوی سوپرجاذب دو درصد در دور آبیاری هفت روز یک بار حاصل شد. براساس نتایج حاصل از پژوهش حاضر و باتوجه به فراوانی، ارزانی و سازگاری کود دامی با محیط زیست، توصیه می‌شود از این ماده به میزان ۲۵ درصد حجمی برای افزایش کارایی مصرف آب استفاده گردد.

کلیدواژه‌ها: اسانس، تنش خشکی، شمعدانی عطری، کارآیی مصرف آب، کم‌آبیاری

* نویسنده مسئول Email: Rezaeinejad.h@Lu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

شمعدانی معطر (*Pelagonium graveolens*) گیاهی چندساله، از تیره شمعدانی (Geraniaceae) با ساقه‌های بلند است. برگ‌های این گیاه کرک‌دار بوده و در اثر تماس، عطری بسیار خوشبو و به نسبت تند از خود متصاعد می‌نمایند. از این جهت، از اسانس آن در صنایع عطرسازی، آرایشی، بهداشتی، غذایی و دارویی استفاده می‌شود [۳۶].

رشد و میزان اسانس در گیاهان معطر تحت تأثیر فاکتورهای مختلفی از جمله ژنتیک گیاه، عمر برگ، زمان برداشت، تغذیه، تنش آبی و غیره قرار می‌گیرد [۱۹]. در این میان، یکی از مهمترین فاکتورها میزان رطوبت خاک در اطراف ریشه گیاه است. با کاهش میزان رطوبت خاک عملکرد اسانس گیاه ریحان کاهش داشت، اما درصد اسانس افزایش یافت [۳۴]. در همین راستا، با طولانی شدن دور آبیاری از ۷ روز به ۲۸ روز، رشد گیاه و عملکرد اسانس ریحان کاهش یافت، ولی درصد اسانس افزایش پیدا کرد [۳۷]. تنش خشکی در نوعی شمعدانی هیبرید[1] تا حدی باعث افزایش میزان اسانس می‌شود، اما باتوجه به کاهش رشد تأثیر آن در عملکرد اسانس ناچیز است [۱۸]. تحقیقات در زمینه این گیاه تحت تأثیر پنج دور آبیاری و دو نوع خاک گلدان نشان داد که با طولانی شدن دور آبیاری از هر روز به پنج روز یک بار میزان اسانس افزایش داشت، ولی عملکرد پیکر رویشی و اسانس کاهش یافت، ضمن این‌که کاهش فاصله آبیاری و یک دوره عدم آبیاری ۷ روزه قبل از برداشت بیشترین عملکرد اسانس را ایجاد کرد [۱۷]. تنش کم‌آبی در روی گونه‌ای از شمعدانی زینتی[2] باعث کاهش رشد گیاه شد [۳۸].

آب عنصری حیاتی است که کمبود آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک، گسترش کشت در اراضی مستعد را با محدودیت مواجه می‌سازد. اعمال مدیریت صحیح و به‌کارگیری تکنیک‌های پیشرفته کشت به منظور حفظ ذخیره رطوبت و افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک از جمله اقدامات مؤثر برای افزایش راندمان آبیاری و درنتیجه بهبود بهره‌برداری از منابع محدود آب می‌باشد [۱]. بنابراین، استفاده از روش‌های اصولی و کاربردی کشت با درنظر گرفتن مسائل اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی بسیار ضروری به‌نظر می‌رسد و اهمیت ویژه‌ای در افزایش بازده آبیاری خواهد داشت. از این روش‌ها می‌توان استفاده از کود دامی و سوپرجاذب‌ها را نام برد.

کودهای دامی نه تنها برای تأمین احتیاجات غذایی گیاه به‌کار می‌روند، بلکه به منظور بهبود ساختمان فیزیکی خاک از نظر حفظ رطوبت در هنگام خشکسالی و کمبود بارندگی نیز استفاده می‌شوند [۴]. پلیمرها هم می‌توانند در تماس با آب آن را سریعاً تا چندین برابر حجم خود جذب و نگهداری کرده و قابلیت نگهداری آب را در خاک موردنظر افزایش دهند و درنهایت با کاهش تنش ناشی از خشکی سبب ارتقای رشد گیاه شوند [۹]. مصرف کود آلی در بومادران باعث افزایش تولید بیوماس و همچنین افزایش درصد اسانس می‌شود [۴۰].

به‌طورکلی، تأثیر کود دامی به‌عنوان ماده‌ای فراوان و ارزان جهت کاهش مصرف آب کمتر مورد توجه قرار گرفته است. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر میزان آبیاری و نوع بستر (سوپرجاذب و کود دامی) بر خصوصیات رشدی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی شمعدانی معطر بود.

۲. مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان بر روی شمعدانی معطر، در طی سال ۱۳۹۳ انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل براساس طرح کاملاً

1. *Pelargonium capitatum* × *P. radens*
2. *Pelargonium* × *hortorum* L.

www.SID.ir

Archive of SID

تصادفی با شش تکرار انجام شد. فاکتور اول، شامل بستر کاشت در چهار سطح شامل شاهد (خاک زراعی و ماسه به نسبت ۱ به ۲)، سوپرجاذب یک درصد وزنی، سوپرجاذب ۲ درصد وزنی و کود دامی ۲۵ درصد حجمی) و فاکتور دوم، شامل دور آبیاری در سه سطح (۳، ۵ و ۷ روز یک بار) بود. کشت با استفاده از قلمه‌های ریشه‌دار شده در گلدان انجام و بعد از استقرار کامل گیاهان تیمار آبیاری به‌صورت ۳، ۵ و ۷ روز یک بار انجام گرفت. سوپرجاذب استفاده شده در این پژوهش از نوع سوپرجاذب نانوکمپوزیتی نوع آ با پایه پتاسیم بود که از شرکت بلورآب بجنورد تهیه گردید. دورهای آبیاری ۳، ۵ و ۷ روز یک بار براساس میزان آب در خاک شاهد به ترتیب در حدود ۹۰، ۷۵ و ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه با استفاده از تانسیومتر و روش وزنی تعیین گردید. بافت خاک شاهد لوم – شنی بوده و درصد رطوبت وزنی خاک درون گلدان با استفاده از تانسیومتر معادل ۲۱/۱ درصد تعیین شد. تغذیه گیاهان با کود کامل تا پایان آزمایش به فاصله هر دو هفته یک بار انجام شد.

اعمال تیمارها به‌مدت ۲ ماه ادامه داشت و در پایان این مدت برخی ویژگی‌ها شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه، سطح برگ، تعداد برگ، تعداد گره و تعداد شاخه‌های جانبی، محتوای نسبی آب برگ، وزن تر و خشک ساقه و برگ و میزان آب برگ و ساقه و میزان مالون دی‌آلدئید، کلروفیل کل، پرولین، آنزیم پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز اندازه‌گیری شد. قطر ساقه از میانگره سوم و با استفاده از کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. سطح برگ با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج (مدل دلتا – تی اسکن، ساخت انگلستان) اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری وزن تر و خشک ساقه و برگ، قسمت‌های هوایی جدا و بلافاصله وزن تر اندازه‌گیری گردید. سپس گیاهان در سایه به مدت دو هفته خشک گردیده و وزن خشک آن‌ها نیز اندازه‌گیری گردید. استخراج و اندازه‌گیری میزان اسانس به روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر[1] انجام گرفت. آزمایش‌های اولیه نشان داد که ساقه گیاه دارای اسانس بسیار کمی است. لذا اسانس‌گیری فقط از برگ‌ها صورت گرفت و عملکرد اسانس براساس میزان اسانس در وزن خشک کل برگ‌های یک بوته (میلی‌لیتر در بوته) گزارش گردید. کارآیی مصرف آب براساس نسبت عملکرد اسانس در بوته به میزان آب مصرفی در طول دوره رشد هر گیاه (میکرولیتر در لیتر) محاسبه شد [۱۹].

برای اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ طبق روش یاماساکی و دیلنبورگ[2] (۱۹۹۹)، از برگ‌های جوان توسعه یافته، نمونه‌ای انتخاب شده و بعد از اندازه‌گیری وزن تر (FW)، نمونه به‌مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر غوطه‌ور شد. سپس، وزن تورژسانس (MFW) آن اندازه‌گیری شد و جهت اندازه‌گیری وزن خشک (DW)، نمونه به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون و در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. درنهایت محتوای نسبی آب برگ (RWC) از طریق رابطه (۱) محاسبه شد [۴۴]:

رابطه ۱)

$$RWC(\%) = [(FW - DW) / (MFW – DW)] \times 100$$

غلظت مالون دی‌آلدئید طبق روش باگ و آست[3] (۱۹۷۸) اندازه‌گیری شد [۱۵]. برای حذف اثر ترکیبات اضافی، با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر[4] جذب نمونه‌ها در طول موج ۶۰۰ نانومتر (A600) قرائت شده و از میزان جذب آنها در طول موج ۵۳۲ نانومتر (A532) کم شد. درنهایت میزان مالون‌دی‌آلدئید از طریق رابطه (۲) محاسبه شد:

1 . Clevenger
2 . Yamasaki and Dillenburg
3 . Buege and Aust
4 . Mapada UV-1800, China

www.SID.ir

Archive of SID

رابطه (۲)

MDA (µmol/g FW) = [(A532 – A600) / 155.5] × 1000

برای سنجش میزان کلروفیل از روش لیختن‌هالر[1] (۱۹۸۷) (۳۰) و برای اندازه‌گیری میزان پرولین از روش بیتس و همکاران[2] (۱۹۷۳) استفاده شد [۱۴].

برای استخراج آنزیم پراکسیداز از روش مک‌آدام و همکاران[3] (۱۹۹۲) استفاده شد [۳۱]. برای استخراج آنزیم نمونه‌های برگی از بافرفسفات استفاده شد و سوسپانسیون حاصل به مدت ۲۰ دقیقه در دمای چهار درجه سانتی‌گراد با دور ۱۴۰۰۰ در دقیقه سانتریفوژ گردید. جذب روشناور نمونه با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۷۵ نانومتر قرائت گردید. درنهایت، میزان فعالیت آنزیم برحسب میزان آب اکسیژنه غیرفعال شده در یک دقیقه در هر گرم وزن تازه بافت ($\mu Mol\ reduced\ H_2O_2\ min^{-1}\ g\ FW^{-1}$) بیان شد.

فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز طبق روش ناکانو و آسادا[4] (۱۹۸۱) اندازه‌گیری شد [۳۲]. جهت استخراج آنزیم در نمونه برگی از بافرفسفات استفاده شد. سپس، آسکوربات با غلظت ۱ میلی‌مولار به آن اضافه شد تا بافت گیاهی موردنظر کاملاً له شود. سوسپانسیون حاصل به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد با دور ۱۴۰۰۰ در دقیقه قرار داده، سانتریفوژ گردید. ثبت تغییرات جذب نوری ۵۰ میکرولیتر از روشناور[5] نمونه به همراه پراکسید هیدروژن و بافر استخراج در طول موج ۲۹۰ نانومتر هر ۱۰ ثانیه و به مدت ۱۲۰ ثانیه انجام گردید. میزان فعالیت آنزیم برحسب میکرومول آسکوربات اکسید شده در دقیقه در هر گرم وزن تر ($\mu mol\ oxidized\ ascorbate\ min^{-1}\ g\ FW^{-1}$) محاسبه شد.

برای تجزیه آماری داده‌های حاصل، از نرم‌افزارهای MSTAT-C و Excelاستفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گردید.

۳. نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

افزایش فاصله آبیاری سبب کاهش ارتفاع گیاه شمعدانی معطر گردید (جدول ۱). استفاده از کود دامی در مقایسه با بستر شاهد و استفاده از سوپرجاذب در بستر سبب افزایش ارتفاع گیاه شد. بیشترین ارتفاع مربوط به بستر کود دامی با دور آبیاری سه روز یک بار و کمترین ارتفاع مربوط به اثر متقابل شاهد با دور آبیاری هفت روزه بود. کاهش ارتفاع گیاه با کاهش میزان رطوبت خاک در نوعی شمعدانی زینتی هم گزارش شده است [۳۸]. بیشتر بودن ارتفاع مربوط به بستر کود دامی را می‌توان به بهبود خصوصیات فیزیکی خاک، افزایش قدرت نگهداری آب در خاک و وجود مواد مغذی مورد نیاز رشد در کود نسبت داد [۴]. کمپوست و سوپرجاذب موجب افزایش در ظهور نهال‌های سیاه تاغ[6] و استقرار آن‌ها و بهبود صفات اندازه‌گیری شده در مقایسه با شاهد گردید [۷]. همچنین، ارتفاع گیاه سویا در تیمارهای با کاربرد سوپرجاذب بیشتر از تیمار شاهد بود [۴۳]. بنابراین، کود دامی و سوپرجاذب در حالت دور آبیاری مختلف باعث افزایش ارتفاع گیاه شد و تأثیر کود دامی ۲۵ درصد بیشتر از سوپرجاذب بود.

قطر ساقه

افزایش فاصله آبیاری سبب کاهش قطر ساقه اصلی شد (جدول ۱). استفاده از کود دامی در مقایسه با استفاده از سوپرجاذب در بستر سبب افزایش بیشتر قطر گردید.

1. Lichtenthaler
2. Bates *et. al.*
3. Mac-Adam *et. al.*
4. Nakano and Asada
5. Supernatant
6. *Haloxylon aphyllom*.

www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین میزان قطر مربوط به بستر کود دامی با آبیاری سه روز یک بار بود. کاربرد کود دامی به‌همراه کود شیمیایی باعث اصلاح خواص فیزیکی خاک و تأمین عناصر غذایی قابل دسترس برای گیاه شده و منجر به افزایش عملکرد می‌شود [۶]. احتمالاً خواص شیمیایی و فیزیکی هیومیک اسید موجود در کودهای آلی، از طریق افزایش نگهداری عناصر غذایی و افزایش هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد [۱۳] و همچنین افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها [۱۲] باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان می‌شود.

جدول ۱. اثر بستر کشت و دور آبیاری بر برخی خصوصیات رشدی گیاه شمعدانی معطر

بستر	دور آبیاری (d)	ارتفاع گیاه (cm)	قطر ساقه (mm)	طول شاخه‌های جانبی (cm)	تعداد شاخه‌های فرعی	تعداد گره	تعداد برگ
	۳	۴۷/۵^{bc}	۵/۳^{ab}	۱۷/۰۸^{de}	۲/۵^{cd}	۲۵/۳۳^{ab}	۶۸/۵^{c}
شاهد	۵	۴۵/۱۷^{bcd}	۵/۲۷^{ab}	۱۶/۹۱^{de}	۲/۵^{cd}	۲۴^{ab}	۶۵/۳۳^{cd}
	۷	۴۱/۸۳^{cd}	۴/۹۱^{b}	۹/۹۲^{e}	۱/۵^{d}	۲۰/۵^{c}	۴۴/۸۳^{e}
	۳	۵۶/۸۳^{a}	۵/۶۶^{a}	۸۵/۶۷^{a}	۱۲/۱۷^{a}	۲۵/۵^{a}	۱۱۴/۶۷^{a}
کود دامی ۲۵٪	۵	۴۷/۵^{bc}	۵/۵^{ab}	۳۲/۸۳^{bc}	۶/۱۷^{b}	۲۳/۱۷^{abc}	۸۶/۳۳^{b}
	۷	۴۴/۸۳^{bcd}	۵/۴۳^{ab}	۲۵/۵^{bcd}	۵/۵^{b}	۲۲^{bc}	۶۷/۱۷^{cd}
	۳	۴۸/۶۷^{bc}	۵/۳۴^{ab}	۳۵/۳۳^{b}	۳/۳۳^{cd}	۲۶/۳۳^{a}	۷۴/۳۳^{bc}
سوپرجاذب ۱٪	۵	۴۴/۰۸^{bcd}	۵/۰۹^{ab}	۱۲/۵۸^{e}	۲/۶۷^{cd}	۲۱/۸۳^{bc}	۵۰/۶۷^{de}
	۷	۳۸/۲۵^{d}	۴/۹۹^{b}	۸/۰۰^{e}	۲/۳۳^{cd}	۲۱/۸۳^{bc}	۴۴/۶۷^{e}
	۳	۵۰/۱۷^{ab}	۵/۳۳^{ab}	۳۳/۳۳^{bc}	۳/۸۳^{c}	۲۴/۱۷^{ab}	۷۳/۱۷^{bc}
سوپرجاذب ۲٪	۵	۴۶/۳۳^{bc}	۵/۳^{ab}	۲۳/۹۲^{cd}	۳/۵^{c}	۲۴/۱۷^{ab}	۶۷/۶۷^{cd}
	۷	۴۵/۴۱^{bcd}	۵/۳^{ab}	۲۳/۵^{cd}	۳^{cd}	۲۳^{abc}	۶۳/۳۳^{cd}

طول و تعداد شاخه‌های فرعی

افزایش فاصله آبیاری سبب کاهش طول و تعداد شاخه‌های فرعی گردید. استفاده از کود دامی در مقایسه با دیگر بسترها سبب افزایش طول و تعداد شاخه‌های فرعی شمعدانی گردید (جدول ۱). طول و تعداد شاخه‌های فرعی در بستر کود دامی با دور آبیاری سه روز یک بار نسبت به بستر شاهد با همین دور آبیاری به ترتیب ۴۰۱/۵۲ و ۳۸۶/۴ درصد افزایش نشان داد. بیشترین طول و تعداد شاخه‌های فرعی مربوط به بستر کود دامی با دور آبیاری سه روز یک بار بود و کمترین طول و تعداد شاخه‌های فرعی به ترتیب مربوط به اثر متقابل سوپرجاذب یک درصد با دور آبیاری هفت روزه و بستر شاهد با دور آبیاری هفت روز یک بار بود. کاهش پهنای بوته با کاهش میزان رطوبت خاک در نوعی شمعدانی زینتی هم گزارش

www.SID.ir

Archive of SID

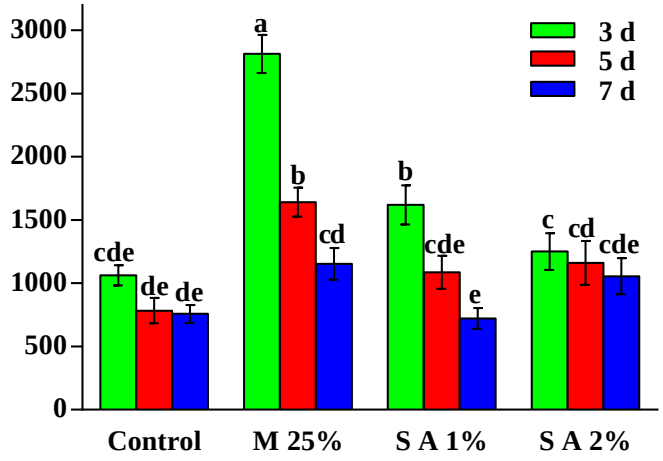
شده است [۳۸]. افزایش طول و تعداد شاخه‌های فرعی با کاربرد کود دامی می‌تواند به دلیل بهبود ساختمان فیزیکی خاک و نگهداری آب در خاک باشد. تعداد شاخساره در گل داودی تحت تأثیر دور آبیاری قرار گرفت و بیشترین تعداد شاخساره مربوط به دور آبیاری دو روز بود [۱۱]. کودهای دامی نه تنها برای تأمین احتیاجات غذایی گیاه به‌کار می‌روند، بلکه به منظور بهبود ساختمان فیزیکی خاک و حفظ رطوبت در هنگام خشکسالی و کمبود بارندگی نیز استفاده می‌شوند [۴].

تعداد گره

افزایش فاصله آبیاری سبب کاهش تعداد گره شد (جدول ۱). استفاده از کود دامی و سوپرجاذب تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در تعداد گره ایجاد نکرد. بیشترین تعداد گره مربوط به بستر حاوی سوپرجاذب یک درصد وزنی با دور آبیاری سه روز یک بار و کمترین تعداد گره مربوط به اثر متقابل شاهد با دور آبیاری هفت روز یک بار بود. پلیمرها با افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک می‌توانند در به تأخیر انداختن تنش رطوبتی در گیاهان و فراهم کردن یک حالت بافری در برابر از اتلاف محصول در زمان بین دو آبیاری مؤثر باشند [۲۳].

تعداد و سطح برگ

با افزایش فاصله آبیاری، تعداد و سطح برگ کاهش یافت (جدول ۱ و شکل ۱). در دور آبیاری سه روز یک بار استفاده از کود دامی در مقایسه با شاهد سبب افزایش ۶۷/۴ درصدی تعداد برگ گردید. در بستر کود دامی با افزایش دور آبیاری از سه به هفت روز تعداد برگ ۷۰/۷۲ درصد کاهش داشت. بیشترین سطح برگ مربوط به بستر کود دامی با دور آبیاری سه روز یک بار بود که نسبت به اثر متقابل شاهد با دور آبیاری سه روز یک بار ۱۶۴/۶۸ درصد بیشتر بود. کاهش سطح برگ با کاهش میزان رطوبت خاک در نوعی شمعدانی زینتی هم مشاهده شده است [۳۸]. در مراحل رشد رویشی حتی تنش بسیار جزئی هم می‌تواند سرعت رشد برگ و در مراحل بعدی شاخص سطح برگ را کاهش دهد [۲۹].



شکل ۱. اثر بستر کشت و دور آبیاری بر سطح برگ در بوته شمعدانی معطر

بستر کاشت شامل خاک شاهد، کود دامی ۲۵٪، سوپرجاذب ۱ و ۲ درصد و دور آبیاری شامل ۳، ۵ و ۷ روز یک بار می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

اولین اثر ظاهری کم‌آبی بر روی گیاهان، کاهش تعداد، اندازه برگ‌ها و ارتفاع گیاه می‌باشد که ناشی از کاهش توسعه سلولی و رشد می‌باشد [۲۱]. تأثیر مستقیم و غیرمستقیم کودهای آلی را می‌توان به افزایش ظرفیت نگهداری مواد غذایی و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک نسبت داد [۲۰]. همچنین کود دامی سبب بهبود خصوصیات خاک از جمله بهبود ساختمان خاک از طریق افزایش درصد خلل و فرج، اسفنجی شدن خاک و کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌شود. این عوامل باعث گسترش بیشتر ریشه گیاه در خاک گردیده و درنهایت افزایش جذب عناصر غذایی از خاک را به دنبال دارد [۵].

وزن تر و خشک اندام رویشی

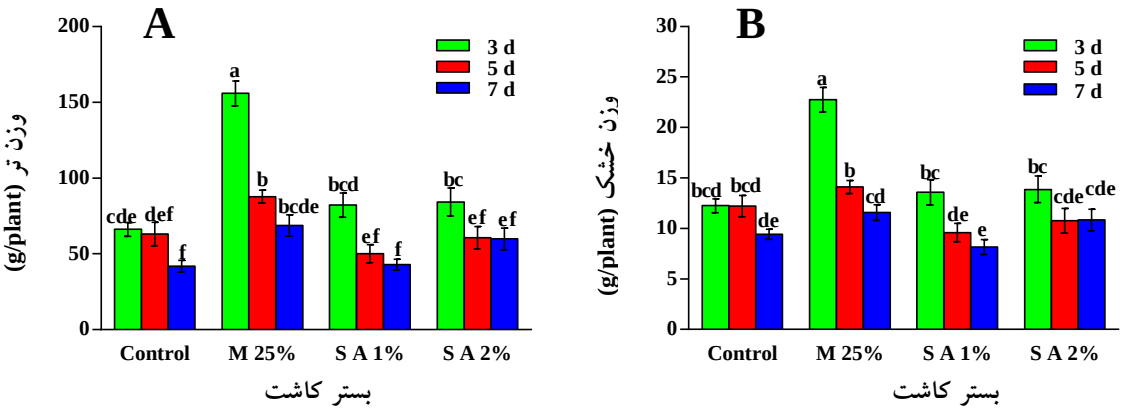
با افزایش فاصله آبیاری وزن تر و خشک اندام رویشی کاهش یافت (جدول ۲ و شکل ۲). بیشترین وزن تر و خشک برگ، ساقه و پیکر رویشی مربوط به بستر کود دامی با دور آبیاری سه روز یک بار بود که نسبت به همان دور آبیاری در بستر شاهد به ترتیب ۱۳۵/۶۴ و ۸۵/۷۱ درصد افزایش داشت. در شرایط دور آبیاری هفت روز یک بار کود دامی و نیز سوپرجاذب دو درصد باعث افزایش وزن تر و خشک اندام رویشی در مقایسه با تیمار شاهد شدند، به‌طوری‌که وزن تر و خشک اندام رویشی با وجود این مواد در بستر کاشت در دور آبیاری هفت روز با شاهد در دور آبیاری سه روز یکسان بود. کاهش وزن تر و خشک پیکر رویشی با افزایش فاصله آبیاری و یا کاهش میزان رطوبت خاک در نوعی شمعدانی زینتی و همچنین نوعی شمعدانی هیبرید هم گزارش شده است [۱۷، ۱۸ و ۳۸]. کود دامی به دلیل حفظ آب و تأمین مواد غذایی مورد نیاز رشد برای گیاه باعث افزایش وزن قسمت رویشی آن می‌شود. رشد رویشی و ارتفاع گیاه در اثر مصرف کودهای دامی در توت‌فرنگی افزایش می‌یابد [۳۳]. تنش خشکی، باعث کاهش عملکرد اندام هوایی در رزماری شد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد [۲۴].

جدول ۲. اثر بستر کشت و دور آبیاری بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی شمعدانی معطر

بستر	دور آبیاری (d)	وزن تر ساقه (g/plant)	وزن خشک ساقه (g/plant)	وزن تر برگ (g/plant)	وزن خشک برگ (g/plant)	محتوای نسبی آب (%)	کارآیی مصرف آب (µl oil/l water)
شاهد	۳	۱۹/۰۴^{cde}	۳/۸۴^{bc}	۴۷/۶۴^{c}	۸/۴۱^{bcd}	۷۴/۹۹^{abc}	۴/۷۴^{g}
	۵	۱۷/۷^{cdef}	۳/۸۹^{b}	۴۲/۰۷^{cd}	۸/۳۳^{bcd}	۷۳/۲۶^{bc}	۷/۲۹^{ef}
	۷	۱۲/۸۷^{f}	۳/۰۹^{cd}	۲۹/۷۴^{d}	۶/۳۴^{de}	۷۱/۵۸^{c}	۸/۵۳^{bcde}
کود دامی ۲۵٪	۳	۳۸/۹۱^{a}	۵/۸۷^{a}	۱۱۷/۳۷^{a}	۱۶/۸۹^{a}	۷۵/۴۳^{abc}	۹/۷۲^{abcd}
	۵	۲۴/۴۸^{b}	۳/۷۷^{bc}	۶۳/۳۱^{b}	۱۰/۳۴^{b}	۷۴/۹۵^{abc}	۹/۸^{abc}
	۷	۱۹/۴۷^{bcd}	۳/۵۳^{bcd}	۴۵۳/۲۶^{bc}	۸/۰۵^{cd}	۷۴/۴۳^{abc}	۱۱/۳^{a}
سوپرجاذب ۱٪	۳	۲۱/۴^{bc}	۳/۹۱^{b}	۶۲/۴۹^{b}	۹/۶۹^{bc}	۷۶/۱۶^{ab}	۵/۶۴^{fg}
	۵	۱۴/۵۷^{def}	۳/۱۱^{cd}	۳۸/۹۲^{cd}	۶/۴۹^{de}	۷۴/۷۵^{abc}	۶/۳۲^{efg}
	۷	۱۳/۷۹^{ef}	۲/۸^{d}	۳۱/۱۸^{d}	۵/۳۷^{e}	۷۳/۳۱^{bc}	۸/۰۸^{cde}
سوپرجاذب ۲٪	۳	۲۳/۰۹^{bc}	۴/۲۱^{b}	۶۱/۱۶^{b}	۹/۶۶^{bc}	۷۸/۰۴^{a}	۵/۳۳^{fg}
	۵	۱۸/۴۴^{cde}	۳/۵۸^{bc}	۴۲/۲۸^{cd}	۷/۱۹^{cde}	۷۴/۲۳^{abc}	۷/۳۷^{def}
	۷	۱۷/۷۶^{cdef}	۳/۴۵^{bcd}	۴۲/۱۳^{cd}	۷/۳۹^{cde}	۷۴/۱۷^{abc}	۱۰/۶۲^{ab}

www.SID.ir

Archive of SID

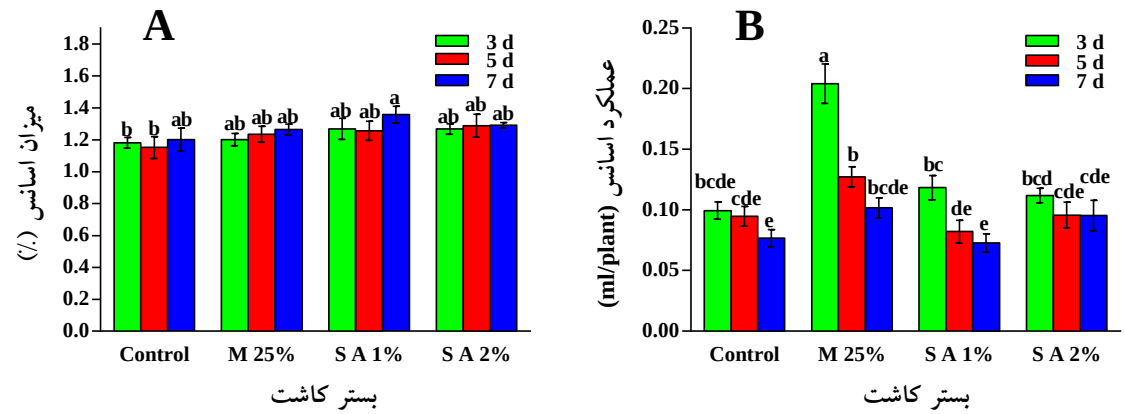


شکل ۲. اثر بستر کشت و دورآبیاری بر وزن تر (A) و خشک (B) پیکر رویشی در بوته شمعدانی معطر

بستر کاشت شامل خاک شاهد، کود دامی ۲۵٪، سوپرجاذب ۱ و ۲ درصد و دور آبیاری شامل ۳، ۵ و ۷ روز یک بار می‌باشد.

میزان (درصد) و عملکرد اسانس

میزان اسانس با افزایش فاصله آبیاری روندی افزایشی داشته، اما در بیشتر موارد تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود (شکل ۳). همچنین، با افزایش فاصله آبیاری عملکرد اسانس کاهش یافت. کود دامی باعث بیشترین عملکرد اسانس در شمعدانی شد. حتی در بستر حاوی کود دامی و دور آبیاری پنج روز نیز نسبت به دیگر بسترها با دور آبیاری سه روز عملکرد اسانس افزایش نشان داد (شکل ۳).



شکل ۳. اثر بستر کشت و دور آبیاری بر میزان (A) و عملکرد (B) اسانس در بوته شمعدانی معطر

بستر کاشت شامل خاک شاهد، کود دامی ۲۵٪، سوپرجاذب ۱ و ۲ درصد و دور آبیاری شامل ۳، ۵ و ۷ روز یک بار می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین عملکرد اسانس در بستر حاوی کود دامی و دور آبیاری سه روز یک بار حاصل شد و کمترین عملکرد اسانس مربوط به سوپرجاذب یک درصد وزنی و دور آبیاری هفت روز یک بار بود. محتوای اسانس و ترکیبات آن در گیاهان به دلایل ژنتیکی و فاکتورهای محیطی متفاوت است، عموماً تشکیل و تجمع اسانس در گیاهان تحت شرایط محیطی خشک تر تمایل به افزایش دارد [۲۷]. با افزایش فاصله آبیاری و یا کاهش میزان آب خاک در نوعی شمعدانی هیبرید، میزان اسانس افزایش یافت، اما عملکرد اسانس در بوته کاهش می‌یابد [۱۸ و ۱۹]. همچنین کمبود آب، عملکرد اسانس گونه‌های علف لیمو[1] را کاهش می‌دهد [۱۶]. با طولانی شدن دور آبیاری در ریحان، رشد گیاه و عملکرد اسانس کاهش، اما درصد اسانس افزایش یافت که این نتایج با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد [۴۱].

محتوای نسبی آب برگ

افزایش فاصله آبیاری سبب کاهش محتوای نسبی آب شد (جدول ۲). استفاده از سوپرجاذب در مقایسه با کود دامی باعث افزایش بیشتری در محتوای نسبی آب برگ گردید. بیشترین میزان محتوای نسبی آب مربوط به ترکیب تیماری سوپرجاذب دو درصد وزنی با آبیاری سه روز یک بار و کمترین محتوای نسبی آب مربوط به شاهد با دور آبیاری هفت روز یک بار بود که تفاوت بین این دو میزان ۸/۶۲ درصد بود. با افزایش فاصله آبیاری در نوعی شمعدانی هیبرید، محتوای نسبی آب کاهش می یابد [۱۹]. محتوای نسبی آب شاخص مناسبی برای نشان دادن وضعیت آبی برگ می‌باشد [۴۲]. استفاده از کودهای آلی از جمله کودهای دامی در کنار مصرف پلیمرهای سوپرجاذب از گزینه‌هایی هستند که می‌توانند ضمن کاستن از شدت تنش خشکی، در بهبود عملکرد گیاهان زراعی و پایداری در تولید آن‌ها مؤثر باشند [۱۰].

کارآیی مصرف آب

براساس نتایج با افزایش فاصله آبیاری کارآیی مصرف آب افزایش یافت (جدول ۲). کود دامی باعث بیشترین کارآیی مصرف آب در شمعدانی شد. حتی در بستر حاوی کود دامی با دور آبیاری سه روز نسبت به بستر شاهد با دور آبیاری هفت روز یک بار کارآیی مصرف آب بیشتری مشاهده شد (جدول ۲). بیشترین کارآیی مصرف آب در بستر حاوی کود دامی و دور آبیاری هفت روز یک بار حاصل شد و کمترین عملکرد اسانس مربوط به شاهد با دور آبیاری سه روز یک بار بود. میزان کارآیی مصرف آب در کود دامی با فاصله سه روز یک بار آبیاری نسبت به شاهد با همین دور آبیاری ۱۰۵/۱۲ درصد افزایش یافت. کاربرد کود دامی در خاک باعث پوک شدن خاک، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت خاک و دانه‌بندی خاک شده و ویژگی‌های فیزیکی آن را بهبود می‌بخشد، ضمن اینکه با افزایش قدرت حاصلخیزی خاک رشد محصول را زیاد و درنتیجه کارآیی مصرف آب را ارتقاء می‌دهد [۲۵]. افزایش شاخص برداشت و کاهش تعرق در ذرت از عوامل افزایش کارآیی مصرف آب می‌باشند [۲۲].

مالون دی‌آلدئید

افزایش فاصله آبیاری سبب افزایش مالون دی‌آلدئید گردید که این افزایش در بستر شاهد بسیار شدیدتر از دیگر بسترها بود (جدول ۳). استفاده از کود دامی و سوپرجاذب در بستر کشت باعث کاهش میزان مالون دی‌آلدئید گردید. بیشترین مالون دی‌آلدهید مربوط به شاهد با دور آبیاری هفت روز یک بار و کمترین مالون دی‌آلدئید مربوط به اثر

1 .*Cymbopogon* spp.

www.SID.ir

Archive of SID

متقابل سوپرجاذب دو درصد وزنی با دور آبیاری سه روزه بود. مالون دی‌آلدئید یک محصول پراکسیداسیون اسیدهای چرب اشباع نشده در فسفولیپیدها است. از سطح پراکسیداسیون لیپید به‌عنوان یک نشانه رادیکال آزاد مضر برای غشای سلولی تحت شرایط تنش استفاده شده است. مالون دی‌آلدئید به‌عنوان یک معرف برای بررسی میزان صدمات غشاء در شرایط تنش مورد استفاده قرار می گیرد [۲۶]. لذا افزایش مالون دی‌آلدئید نشان‌دهنده شکسته‌شدن غشای سلولی و فراهم شدن مواد اولیه برای تولید متابولیت‌های ثانویه از جمله اسانس می‌باشد [۱۹]. احتمالاً بالا بودن محتوای نسبی آب و میزان آنتی‌اکسیدان‌ها از جمله آسکوربات پراکسیداز در گیاهان پرورش یافته در خاک حاوی کود دامی و سوپرجاذب باعث کاهش اثرات تنش کم‌آبی و درنتیجه کاهش پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء در این گیاهان شده است.

جدول ۳. اثر بستر کشت و دور آبیاری بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی شمعدانی معطر

بستر	دور آبیاری (d)	مالون دی آلدهید (µmol/g FW)	کلروفیل کل (mg/g FW)	پرولین (mg/g FW)	پراکسیداز (Unit/g FW)	آسکوربات پراکسیداز (Unit/g FW)
شاهد	۳	۴/۶۵^{e}	۱۰/۱۲^{abcd}	۰/۲۳۸^{d}	۰/۲۳^{d}	۰/۰۰۱۳۶^{c}
	۵	۵/۹۵^{ab}	۹/۹۲^{abcde}	۰/۳۶۵^{bcd}	۰/۳۹۲^{cd}	۰/۰۰۲۷۴^{bc}
	۷	۶/۴۲^{a}	۹/۲۷^{cdef}	۰/۳۹۱^{bc}	۰/۳۸۳^{cd}	۰/۰۰۲۶۲^{bc}
کود دامی ۲۵٪	۳	۵/۰۲^{cde}	۱۱/۲۴^{a}	۰/۵۶۱^{a}	۰/۲۴۴^{d}	۰/۰۰۳۴۶^{b}
	۵	۵/۹۱^{abc}	۱۰/۹۶^{ab}	۰/۵۶۶^{a}	۰/۳۲۸^{cd}	۰/۰۰۳۵۵^{b}
	۷	۵/۹۴^{ab}	۱۰/۷۹^{abc}	۰/۵۹۳^{a}	۰/۳۶۹^{cd}	۰/۰۰۳۸۱^{b}
سوپرجاذب ۱٪	۳	۵/۱۲^{bcde}	۱۱/۱۸^{a}	۰/۲۹^{cd}	۰/۳۸۶^{cd}	۰/۰۰۱۵۶^{c}
	۵	۵/۱۳^{bcde}	۱۰/۰۴^{abcde}	۰/۳۹۶^{bc}	۰/۵۲^{bc}	۰/۰۰۱۶^{c}
	۷	۵/۷۵^{abcd}	۹/۰۴^{def}	۰/۴۹۷^{ab}	۰/۴۵۴^{cd}	۰/۰۰۱۶۲^{c}
سوپرجاذب ۲٪	۳	۴/۲۲^{e}	۹/۴۸^{bcdef}	۰/۳۰۶^{cd}	۰/۷۲۶^{ab}	۰/۰۰۵۱۸^{a}
	۵	۴/۸۸^{de}	۸/۳۹^{ef}	۰/۳۱۵^{cd}	۰/۸۵۸^{a}	۰/۰۰۵۴۲^{a}
	۷	۴/۸۶^{de}	۷/۹۷^{f}	۰/۴۹۱^{ab}	۰/۸۵۸^{a}	۰/۰۰۵۶۳^{a}

میزان کلروفیل کل

میزان کلروفیل کل با افزایش فاصله آبیاری کاهش یافت (جدول ۳). استفاده از کود دامی نسبت به دیگر تیمارها باعث افزایش بیشتر کلروفیل شد. بیشترین میزان کلروفیل مربوط به بستر کود دامی با دور آبیاری سه روز و کمترین آن مربوط به سوپرجاذب دو درصد وزنی با دور آبیاری هفت روز یک بار بود. بین میزان کلروفیل در بستر حاوی کود دامی با دور آبیاری سه روز یک بار و میزان آن در بستر شاهد با همین دور آبیاری ۱۱/۱۱ درصد اختلاف وجود داشت. خشکی باعث پیری زودرس در گیاهان، شکسته شدن کلروپلاست‌ها و کاهش میزان کلروفیل می‌گردد [۲۸]. گیاهانی که حساسیت بیشتری به تنش خشکی دارند، کمپلکس پروتئین، کلروفیل و لیپید آن‌ها ناپایدارتر است و در اثر این تنش، کلروفیل a و b و کاروتن آن‌ها کاهش می‌یابد [۲۸].

www.SID.ir

Archive of SID

تجمع پرولین

با افزایش فاصله آبیاری میزان پرولین در گیاه شمعدانی افزایش یافت، اما در بستر کود دامی نسبت به دیگر تیمارها با افزایش فاصله آبیاری، افزایش پرولین خفیف‌تر بوده و بین سه دور آبیاری در این بستر تفاوت معنی‌داری از نظر آماری دیده نشد (جدول ۳). تجمع پرولین رابطه مثبت و مستقیمی با افزایش مقاومت به کم‌آبی در تنش‌های کم‌آبی و شوری ایجاد شده در گیاه دارد [۳۹]. در این آزمایش به نظر می‌رسد کود دامی با بهبود خواص فیزیکی خاک و حفظ آب بیشتر باعث کاهش اثر تنش آبی شده است. استفاده از کودهای آلی از جمله کودهای دامی در کنار مصرف پلیمرهای سوپرجاذب از گزینه‌هایی هستند که می‌توانند ضمن کاستن از شدت تنش خشکی، در بهبود عملکرد گیاهان زراعی و پایداری در تولید آن‌ها مؤثر باشند [۸].

تغییرات فعالیت آنزیم پراکسیداز

نتایج نشان داد که با افزایش فاصله آبیاری فعالیت آنزیم پراکسیداز افزایش یافت (جدول ۳). در دور آبیاری سه روز یک بار، بستر حاوی سوپرجاذب دو درصد وزنی نسبت به دیگر بسترها در همان دور آبیاری فعالیت آنزیم پراکسیداز بالاتری نشان داد و میزان پراکسیداز آن نسبت به شاهد با دور آبیاری سه روزه ۲۱۵/۶۵ درصد افزایش یافته بود. بیشترین فعالیت آنزیم پراکسیداز مربوط به بسترحاوی سوپرجاذب دو درصد وزنی با دور آبیاری هفت روز یک بار و کمترین فعالیت آنزیم پراکسیداز مربوط به تیمار شاهد و دور آبیاری سه روز یک بار بود. فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و پراکسیداز در شرایط تنش خشکی افزایش پیدا می‌کند [۳۵]. همچنین، فعالیت آنزیم پراکسیداز در گیاه جو در شرایط تنش خشکی نسبت به شاهد افزایش یافته است [۲ و ۳].

تغییرات فعالیت آسکوربات پراکسیداز

فعالیت آنزیم آسکوربات‌پراکسیداز، با افزایش فاصله آبیاری روند افزایشی داشت، ولی این افزایش از نظر آماری معنی-دار نبود (جدول ۳). استفاده از سوپرجاذب دو درصد و پس از آن، کود دامی باعث افزایش فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز شد. بیشترین میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز مربوط به بستر حاوی سوپرجاذب دو درصد وزنی و دور آبیاری هفت روزه و کمترین میزان فعالیت آنزیم آسکوربات‌پراکسیداز مربوط به شاهد با دور آبیاری سه روزه بود. فعالیت آسکوربات پراکسیداز در گیاهان تحت تنش خشکی از گیاهان آبیاری شده بیشتر بود[۲].

نتیجه‌گیری

باتوجه به نتایج حاصل از پژوهش حاضر، می‌توان دریافت که ترکیب های تیماری بستر با سطوح مختلف دور آبیاری تأثیر معنی داری بر خصوصیات رشدی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه شمعدانی معطر داشت، به‌طوری‌که با افزایش فاصله آبیاری خصوصیات رشدی کاهش و مالون دی‌آلدئید، پرولین، آسکوربات پراکسیداز، پراکسیداز و کارآیی مصرف آب افزایش یافت. افزایش فاصله آبیاری باعث کاهش کلروفیل کل و محتوای نسبی آب برگ شد که به وضوح نشان‌دهنده تأثیر منفی میزان کم آبیاری در این ویژگی‌ها می‌باشد. کود دامی و سوپرجاذب در بهبود صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مؤثر بودند و تأثیر کود دامی بیشتر بود. کودهای دامی با بهبود ساختمان فیزیکی خاک تا حدی سبب ایجاد تعادل در خصوصیات شیمیایی خاک خواهند شد و احتمالاً خواص شیمیایی و فیزیکی هیومیک اسید موجود در کودهای آلی، از طریق افزایش نگهداری عناصر غذایی و افزایش هورمون‌های تنظیم‌کننده، اجزای عملکرد گیاهان را نیز بهبود می‌بخشد.

www.SID.ir

Archive of SID

هیدروژل‌های سوپرجاذب نیز با جذب آب و تا حدودی املاح کودی و انقباض و انبساط متناوب باعث بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شوند و درنتیجه کود دامی و سوپرجاذب برای مقابله با تنش خشکی مؤثر خواهند بود. باتوجه به فراوانی و ارزانی کود دامی در ایران توصیه می‌شود از این ماده به میزان ۲۵ درصد حجمی برای افزایش مقاومت به خشکی، بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و افزایش کارآیی مصرف آب استفاده بیشتری گردد.

منابع

۱. اله‌دادی ا (۱۳۸۱) مطالعه اثر پلیمرهای سوپرجاذب بر کاهش تنش خشکی گیاهان. دومین کارگاه آموزشی کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژل‌های سوپر جاذب. پژوهشگاه پلیمرو پتروشیمی ایران.

۲. امینی ز، حداد ر و مرادی ف (۱۳۷۸) بررسی اثر تنش کم‌آبی بر نحوه فعالیت آنزیم‌های ضداکسنده در مراحل رشد زایشی گیاه جو (*Hordeum vulgare* L.). علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴۶: ۷۴-۶۵.

۳. امینی ز و حداد ر (۱۳۹۲) نقش رنگیزه‌های فتوسنتزی و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در مقابل تنش اکسیداتیو. پژوهش‌های سلولی و مولکولی (زیست‌شناسی ایران). ۲۶(۳): ۲۶۵-۲۵۱.

۴. پرویزی و و نباتی آ (۱۳۸۳) تأثیر آبیاری و کود بر روی کارآیی آب و عملکرد کیفی و کمی در ذرت دانه‌ای. پژوهش و سازندگی. ۶۳: ۲۹-۲۱.

۵. پوریوسف م، مظاهری د، چائی‌چی م ر، رحیمی ا و توکلی ا (۱۳۸۹) تأثیر تیمارهای مختلف حاصل‌خیزی خاک بر برخی ویژگی‌های اگرومورفولوژیک و موسیلاژ اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk). تولید گیاهان زراعی. ۳(۲): ۲۱۳-۱۹۳.

۶. رضایی‌نژاد ی و افیونی م (۱۳۷۹) اثر مواد آلی بر خواص شیمیایی خاک، جذب عناصر به‌وسیله ذرت و عملکرد آن. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. (۴): ۲۸-۱۹.

۷. رفیعی مجومرد ز، زهتابیان غ، طویلی ع و کیانی راد م (۱۳۹۰) تأثیر هیدروژل و کمپوست بر استقرار ویژگی‌های رویشی گیاه سیاه تاغ (*Haloxylon aphyllom*). خشک بوم. ۱(۳): ۳۶-۲۴.

۸. روستایی خ، موحدی دهنوی م، خادم ع و اولیایی ح (۱۳۹۱) اثر نسبت‌های مختلف پلیمر سوپرجاذب و کود دامی بر خواص کمی و کیفی سویا تحت تنش خشکی. به‌زراعی کشاورزی. ۱۴(۱): ۴۲-۳۳.

۹. روشن ب (۱۳۸۱) تأثیر مصرف سوپرجاذب بر افزایش کمی و کیفیت محصولات کشاورزی. دومین دوره تخصصی آموزش کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژل‌های سوپرجاذب. پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران.

۱۰. سعیدنژاد ا و رضوانی مقدم پ (۱۳۸۹) ارزیابی اثر مصرف کمپوست، ورمی‌کمپوست و کودهای دامی روی عملکرد، اجزای عملکرد و درصد اسانس زیره سبز (*Cuminum cyminum*). علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۴(۲): ۱۴۸-۱۴۲.

۱۱. قاسمی م و خشخوی م (۱۳۸۶) اثر پلیمر ابرجاذب بر دور آبیاری و رشد و نمو گیاه داودی. علوم و فنون باغبانی ایران. ۸(۲): ۸۵-۶۲.

12. Arancon NQ, Edwards CA, Atiyeh R and Metzger JD (2004) Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. Bioresource Technology. 93(2): 139-144.

www.SID.ir

Archive of SID

13. Arancon NQ, Galvis PA and Edwards CA (2005) Suppression of insect pest populations and damage to plants by vermicomposts. Bioresource Technology. 96(10): 1137-1142.

14. Bates LS, Waldren RP and Teare ID (1973) Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil. 39(1): 205-207.

15. Buege JA and Aust SD (1978) Microsomal lipid peroxidation. Methods in Enzymology. 52: 302-310.

16. Chaterjee SK, Svoboda KP, Laughlin JC and Browin VE (1995) Water stress effect on growth and yield of *Cymbopogon* spp. and its alleviation by n-triacontanol. Acta Horticulturae. 390: 19-24.

17. Eiasu BK, Soundy P and Steyn JM (2008) High irrigation frequency and brief water stress before harvest enhances essential oil yield of Rose-scented geranium (*Pelargonium capitatu*m x *P. radens*). Hortscience. 43(2): 500-504.

18. Eiasu BK, Steyn JM and Soundy P (2009) Rose-scented geranium (*Pelargonium capitatu*m × *P. radens*) growth and essential oil yield response to different soil water depletion regimes. Agricultural Water Management. 96: 991-1000.

19. Eiasu BK, Steyn JM and Soundy P (2012) Physiomorphological response of rose-scented geranium (*Pelargonium* spp.) to irrigation frequency. South African Journal of Botany. 78: 96-103.

20. Ghosh PK, Ramesh P, Bandyopadhyay KK, Tripathi AK, Hati KM, Misra AK and Acharya CL (2004) Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping systems in vertisols of semi-arid tropics. I. Crop yields and system performance. Bioresource Technology. 95(1): 77-83.

21. Hasiao TC (1973) Plant response to water stress. Annual Review of Plant Physiology. 24: 519-57.

22. Howell TA, Evett SR, Tolk JA, Schneider AD and Steiner JL (1996) Evapotranspiration of corn-Southern High Plains. Proceeding of the Conference on International Evapotranspiration and irrigation Schedule. ASAE, San Antonio, TX. PP. 381-387.

23. Johnson MS and Veltkamp CJ (1985) Structure and functioning of water-storing agricultural polyacrylamides. Journal of the Science of Food and Agriculture. 36(9): 789-793.

24. Kandeel AM (2001) Effect of irrigation intervals on the growth and active ingredients of *Rosmarinus officinalis* L. plants. Arab Universities Journal of Agricultural Sciences. 9: 825-838.

25. Karlen DL and Camp CR (1985) Row spacing, plant population, and water management effects on corn in the Atlantic Coastal Plain. Agronomy Journal. 77(3): 393-398.

26. Katsuhara M, Otsuka T and Ezaki B (2005) Salt stress-induced lipid peroxidation is reduced by glutathione S-transferase, but this reduction of lipid peroxides is not enough for a recovery of root growth in *Arabidopsis*. Plant Science. 169(2): 369-373.

27. Kerekes J (1962) Effect of water on flower yield and active substance of Chamomile (*Matricaria Chamomilla* L.). Herba Hungarica. 1(1): 55.

28. Lawlor DW and Leach JE (1985) leaf growth and water deficit. In: Control of leaf growth. Baker NR, Davies WJ and Ong CK. Pp. 264-294.

29. Lazcano-Ferrat I and Lovatt CJ (1999) Relationship between relative water content, nitrogen pools, and growth of *Phaseolus vulgaris* L. and *P. acutifolius* L. Gray during water deficit. Crop Science. 39(2): 467-475.

www.SID.ir

Archive of SID

30. Lichtenthaler HK (1987) Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology. 148: 350-382.

31. Mac Adam JE, Sharp RE and Nelson CJ (1992) Peroxidase activity in the leaf elongation zone of tall fescue. I. Spatial distribution of ionically bound peroxidase activity in genotypes differing in length of the elongation zone. Plant Physiology. 99: 872-878.

32. Nakano Y and Asada K (1981) Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. Plant and Cell Physiology. 22(5): 867-880.

33. Norman Q and Arancon C (2006) Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. European Journal of Soil Biology. 42: 65-69.

34. Omidbaigi R, Hassani A and Sefidkon F (2003) Essential oil content and composition of sweet basil (*Ocimum basilicum*) at different irrigation regimes. Journal of Essential Oil Bearing Plants. 6(2): 104-108.

35. Pan Y, Wu LJ and Yu ZL (2006) Effect of salt and drought stress on antioxidant enzymes activities and SOD isoenzymes of liquorice (*Glycyrrhiza uralensis Fisch*). Plant Growth Regulation. 49(2-3): 157-165.

36. Rajeswara Rao BR (2002) Biomass yield, essential oil yield and essential oil composition of rose-scented geranium (*Pelargonium* species) as influenced by row spacings and intercropping with cornmint (*Mentha arvensis* L.f. piperascens Malinv. ex Holmes). Industrial Crops and Products. 16: 133-144.

37. Refaat AM and Saleh MM (1997) The combined effect of irrigation intervals and foliar nutrition on sweet basil plants. Bulletin of Faculty of Agriculture University of Cairo. 48: 515-527.

38. Sánchez-Blanco MJ, Álvarez S, Navarro A and Bañón S (2009) Changes in leaf water relations, gas exchange, growth and flowering quality in potted geranium plants irrigated with different water regimes. Journal of Plant Physiology. 166(5): 467-476.

39. Saneoka H, Moghaieb REA, Premachandra GS and Fujita K (2004) Nitrogen nutrition and water stress effects on cell membrane stability and leaf water relations in *Agrostis palustris* Huds. Environmental and Experimental Botany. 52(2): 131-138.

40. Scheffer MC, Ronzelli P and Koehler HS (1992) Influence of organic fertilization on the biomass, yield and composition of the essential oil of *Achillea millefolium* L. WOCMAP I-Medicinal and Aromatic Plants Conference: part 3 of 4 (331): 109-114.

41. Simon JE, Bubenheim RD, Joly RJ and Charles DJ (1992) Water stress-induced alterations in essential oil content and composition of sweet basil. Journal of Essential Oil Research. 4(1): 71-75.

42. Sinclair TR and Ludlow MM (1985) Who taught plants thermodynamics? The unfulfilled of plant water potential. Australian Journal of Plant Physiology. 12: 213-217.

43. Sivapalan S (2001) Effect of polymer on soil water holding capacity and plant water use efficiency. Proceeding of 10th Australian agronomy conference, Horbat. Tasmania, Australia. 28 January. Pp. 223-229.

44. Yamasaki S and Dillenburg LR (1999) Measurements of leaf relative water content in *Araucaria angustifolia*. Revista Brasilleira de Fisiologia Vegetal. 11(2): 69-75.

www.SID.ir