بررسی اثر کاربرد میکوریزا، ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی بر عملکرد و میزان لاوسون گیاه دارویی حنا در شرایط تنش کم‌آبی

علیرضا وحیدی [۱] *، امین علیزاده، امین باقی‌زاده و حسین انصاری

دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی دانشگاه فردوسی مشهد.
avahidi247@gmail.com
استاد گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد.
alizadeh@gmail.com
دانشیار گروه بیوتکنولوژی، پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته.
amin_4156@yahoo.com
استاد گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد.
ansary@um.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی اثر کودهای زیستی، شیمیایی و تنش کم‌آبی بر عملکرد زیستی ، میزان لاوسون و درصد همزیستی با قارچ میکوریزا در گیاه دارویی حنا[۲]، آزمایشی به صورت فاکتوریل دو عاملی با استفاده از سطوح کودی، (بدون کود (F_1)، اسید هیومیک(F_2)، تلقیح میکوریزایی× ورمی‌کمپوست(F_3)، ورمی کمپوست (F_4) و کود شیمیایی NPK (F_5)) و سطوح تنش آبی (۱۰۰ درصد نیاز آبی (I_1) ، ۸۰ درصد نیاز آبی (I_2) و ۶۰ درصد نیاز آبی(I_3)) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پانزده تیمار و سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه بم به اجرا در آمد. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که بیشترین مقادیر برای صفات وزن خشک برگ، تعداد برگ ، ارتفاع گیاه ، تعداد گره ، میزان لاوسون و عملکرد در تیمار با آبیاری کامل و تلقیح میکوریزایی× ورمی کمپوست (I_1F_3) حاصل شد. با ایجاد تنش، بیشترین مقادیر برای صفات وزن خشک برگ (۰/۱۵۳گرم)، تعداد برگ (۱۷۱ عدد) وارتفاع گیاه(۱۲۰/۳۳سانتی متر) در تیمار (I_2F_3) ، و برای صفت تعداد گره (۶۳ گره)در تیمار (I_2F_4)، و برای صفات عملکرد (۵/۲۱ گرم در بوته)، میزان لاوسون کل (۶۹/۶میلیگرم در گرم) ودرصد همزیستی ریشه(۸۲/۲ درصد) در تیمار (I_3F_3) به دست آمد. در مجموع نتایج حاصل از این بررسی نشان داد کودهای بیولوژیک دارای نقش قابل توجهی در بهبود وافزایش صفات عملکردی گیاه دارویی حنا خصوصا در شرایط تنش کم آبی بوده و می‌توانند به عنوان جایگزین های مناسب برای کودهای شیمیایی مورد توجه قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک،درصد همزیستی، عملکرد بیولوژیک

۱- آدرس نویسنده مسئول: آبیاری و زهکشی دانشگاه فردوسی مشهد.

*- دریافت: مرداد ۱۳۹۶ و پذیرش: دی ۱۳۹۶

[2] Lawsonia inermis

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

آب بیشترین اهمیت را برای تولید و رشدگیاهان دارد، چرا که در جذب مواد غذایی و حلالیت و حرکت مواد درگیاهان نقش بسزایی ایفاد می‌کند. در شرایط تنش خشکی فعالیت‌های حیاتی گیاه مانند فتوسنتز و فعالیت آنزیم‌ها تقلیل یافته و در نهایت رشد و عملکرد گیاه کاهش می‌یابد (مانز، ۲۰۰۲). اگر چه استفاده از کودهای زیستی در کشاورزی قدمت زیادی دارد ولی بهره‌برداری علمی از این گونه منابع سابقه چندانی ندارد. هر چند کاربرد این کودها در دهه اخیر کاهش یافته ولی امروزه با توجه به مشکلاتی که مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به وجود آورده است استفاده از آنها در کشاورزی مجدداً مطرح شده است (آستارایی و همکاران، ۱۳۷۵ و علیزاده، ۱۳۸٦). کودهای زیستی تنها به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، پسماندهای گیاهی و غیره اطلاق نمی‌شود بلکه تولیدات حاصل از فعالیت ریزجاندارانی که در ارتباط با تثبیت نیتروژن و یا فراهمی فسفر و سایر عناصر غذایی در خاک فعالیت می‌کنند را نیز شامل می‌شوند (عسکری، ۱۳۹۳). یکی از را ه‌های دست یابی به کشاورزی پایدار، استفاده از ریزجاندارانی است که نقش مهمی در تأمین نیاز غذایی گیاهان دارند که از آن جمله می‌توان به میکروریزا اشاره نمود (شرما، ۲۰۰۲). از سوی دیگر، سیستم ریشه‌ای در گیاهان میکوریزی منشعب‌تر شده، قطر ریشه‌های فرعی در آنها کاهش و طول ریشه افزایش یافته است. به همین دلیل ریشه‌های میکوریزی سطح تماس بیشتری با خاک پیدا کرده و قادر به جذب سریعتر آب از خاک می‌شود. حتی در گیاهان میکوریزی و غیرمیکوریزی در شرایطی که از نظر اندازه یکسان بوده‌اند دیده شده است که در گیاهان میکوریزی آب سریعتر جذب شده و پتانسیل آب خاک سریعترکاهش می‌یابد (بریلا و همکاران، ۱۹۹۸). تحقیقات زیادی در زمینه اثر این همزیستی بر جنبه‌های فیزیولوژیک گیاهان انجام شده است و نتایج نشان داده است که قارچهای میکوریزی جذب عناصر Fe, N, P, S, K, Mg, Ca, Mn را افزایش می‌دهند (جفریز،۲۰۰۱). اهمیت این همزیستی در مورد جذب فسفر و عناصر با تحرک اندک در خاک در شرایط تنش آبی مشهودتر می‌باشد (لی لین و همکاران، ۱۹۹۷). از آنجایی که قارچ‌های میکوریزی موجب افزایش توانایی گیاه میزبان در جذب عناصر معدنی از خاک و به خصوص از منابع غیر قابل دسترس آنها می‌شوند، لذا عقیده بر این است که این قارچها می‌توانند جایگزین خوبی برای قسمتی از کودهای شیمیایی مصرف شده مخصوصاً کودهای فسفاته در اکوسیستم‌های مختلف باشند (موکرجی و همکاران، ۲۰۰۳).

یکی از ترکیباتی که در اصلاح ساختار خاک نقش مهمی دارد اسید هیومیک است که از تجزیه مواد آلی در خاک حاصل می‌شود. به‌طورکلی، هیومیک‌ها پیش از اینکه کود باشند، اصلاح کننده خاک هستند (معلم، ۱۳۸٦). پلیمرها یک عامل کلیدی در اصلاح ساختار خاک‌ها هستند (سینگر و همکاران، ۱۹۹۸). اسید هیومیک با تولید بیشتر اسیدهای نوکلئیک و اسیدهای آمینه، تکثیر سلولی را درکل گیاه و به ویژه در ریشه‌ها افزایش می‌دهد (دورسان و همکاران، ۲۰۰۲). اسید هیومیک با اصلاح فیزیکی و بهبود دانه‌بندی خاک فضای بیشتری برای نفوذ آب ایجاد می‌کند. مولکول‌های اسید هیومیک با ایجاد پیوند با مولکول‌های آب، تا حدود زیادی مانع از تبخیر آب می‌گردند. مولکولهای فولویک اسید (بخش ریز مولکول از اسید هیومیک) که به درون بافتهای گیاهی نفوذ می‌کنند با پیوند شدن به مولکول‌های آب تعریق و تعرق گیاه را کاهش داده به حفظ آب در درون گیاه کمک می‌کند (برونیک و همکاران، ۲۰۰۵).

در یک پژوهش گلخانه‌ای نیز که توسط بر روی گیاهان شبدر قرمز و خیار صورت گرفت، مشخص شد که مصرف ورمی‌کمپوست موجب افزایش قابل ملاحظه عملکرد بیولوژیک در مقایسه با شاهد شد (ساینز و همکاران،۲۰۰۳). از طرفی ورمی کمپوست به

Archive of SID

www.SID.ir

کودی اطلاق می‌شود که از فضولات گونه‌ای خاص[1] از کرم‌های خاکی بدست می‌آید. استفاده ورمی‌کمپوست در کشاورزی پایدار علاوه بر افزایش حمایت و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک (مانند قارچ‌های میکوریزا و میکروارگانیزم های حل کننده فسفات) در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم محلول عمل نموده و سبب بهبودی رشد و عملکرد گیاه زراعی می‌شود (حمیدپور، ۱۳۹۱ و استارک و همکاران، ۲۰۰۷).

گیاه حنا[2] یکی از گیاهان ارزشمند مناطق گرم و خشک کشور به ویژه شهرستان بم است که برگ‌های آن برای تولید رنگ‌های آرایشی و بهداشتی، مصارف متعدد دارویی و پزشکی و تولید رنگ‌های ثابت صنعتی بکار می‌رود. ایران یکی از مناطق کشت عمده حنا و از مهم-ترین صادر کنندگان پودر حنا در جهان می‌باشد (کرمپور، ۱۳۹٤). با توجه به اینکه مصرف گیاهان دارویی از جمله حنا در دنیا رو به افزایش می‌باشد بایستی مدیریت کود و آب سازگار با تولید و شرایط رشدی این گیاه بهینه و معرفی گردد. برگ‌های حنا دارای تانن، صمغ، پنتوزان، کوئینون، اسانس، مواد چرب و مواد رزینی می‌باشد. مهم-ترین ترکیب شناخته شده حنا لاوسون نام دارد که ماده اصلی رنگی در حنا محسوب می‌شود. لاوسون به صورت بلورهای منشوری شکل در اسید استیک به دست می‌آید که در دمای ۱۹۵-۱۹٦ درجه تجزیه می‌شود (حمیدپور،۱۳۹۱). در تحقیقی که در مورد اثرات ورمی-کمپوست بقایای درخت خرما و کود حیوانی گاوی بر رشد حنا در ایران مورد بررسی قرار گرفت نشان داد که همه فاکتورهای رویشی در گیاه حنا تحت تأثیر کودهای آلی کمپوست خرما و کود گاوی افزایش یافتند و استفاده از کود گاوی و کمپوست خرما به تنهایی و باهم باعث افزایش رشد رویشی گیاه حنا شد (عسکری، ۱۳۹۳).

یکی از اهداف این مطالعه که برای اولین بار در ایران انجام شده است مطالعه و بررسی اثرات کودهای زیستی (میکوریزا، هیومیک اسید و ورمی‌کمپوست) و مدیریت آب بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی حنا می‌باشد تا با شناسایی کودهای بیولوژیکی مناسب که در شرایط کم آبی بتوانند حداکثر راندمان داشته باشند در جهت حرکت به سمت پایداری بیشتر سیستم‌های زراعی گام برداشت تا ضمن کاهش هزینه‌های تولید محصولات زراعی بخصوص گیاهان دارویی و صرفه جویی در مصرف آب و کود به حفظ محیط زیست کمک گردد و همچنین با ترویج و ترغیب کشاورزان بومی منطقه به کشت این گیاه دارویی با ارزش که در حال انقراض و فراموشی است ضمن به حداکثر رساندن درآمد آنها با مدیریت بهینه کود و آب در جهت جلوگیری از انقراض این گیاه بومی منطقه گام مهمی برداشت.

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه تأثیر کابرد کودهای زیستی و شیمیایی و تنش کم‌آبی بر برخی صفات رشدی و کلونیزاسیون میکوریزا، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل که عامل اول شامل تیمارهای کودی (بدون کود (F_1)، اسید هیومیک (F_2)، تلقیح میکوریزایی× ورمی‌کمپوست (F_3)، ورمی کمپوست (F_4) و کود شیمیایی NPK (F_5)) و عامل دوم شامل سطوح مختلف تنش کم‌آبی (۱۰۰ درصد نیاز آبی (I_1)، ۸۰ درصد نیاز آبی (I_2) و ٦۰ درصد نیاز آبی (I_3) در ۱۵ تیمار و سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه بم با طول جغرافیایی ۵۸/۲۱ درجه و عرض جغرافیایی ۲۹/۰٦ درجه و ارتفاع ۱۰۵۰ متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۹٤-۱۳۹۳ انجام شد. مایه تلقیح قارچ میکوریزایی بنام Glomus mosseae که به صورت اندام فعال قارچی (شامل اسپور، هیف و ریشه) می‌باشد از مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهیه گردید. تیمار با قارچ میکوریزایی بصورت تلقیح بذر انجام گرفت به طور ی که هر بذر آغشته به مایه

[1] Eisenia foetida
[2] Lawsonia inermis

Archive of SID

www.SID.ir

تلقیح میکوریزایی در حدود ۲۵۰-۲۰۰ اندام فعال قارچی دریافت کرد.

ورمی کمپوست بکار رفته در آزمایش نیز با استفاده از کود دامی و گونه‌ای کرم خاکی بنام Eisenia foetida در ایستگاه خاک و آب شهرستان بم تهیه گردید. میزان کود ورمی کمپوست مصرفی ۵ تن در هکتار و ۱۰۰ گرم برای هر گلدان بود.

اسید هیومیک به غلظت ۹۰۰ میلی‌گرم در لیتر در سه مرحله (مرحله پنج برگی، مرحله رشد میانی و مرحله ظهور تاج گل) در آب آبیاری استفاده شد.

کود شیمیایی با مصرف NPK به میزان ۱۰۰، ۷۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از نوع اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم در نظر گرفته شد.

قبل از کشت، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک زراعی در آزمایشگاه اندازه‌گیری و تعیین شد و نتایج در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین در جدول ۲ خصوصیات کود ورمی کمپوست که در طرح تحقیقاتی استفاده شده آمده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

PH	Ec(ds/m)	P(mg/kg)	K(mg/kg)	N(mg/kg)	Clay(%)	Sand(%)	Silt (%)
۷/۳۳	۰/۸۰۲	۱۰/۰۶	۲۵۹/۴	۵۰۴	۱۵	۵۸	۲۷

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی کود ورمی‌کمپوست

	نیتروژن(%)	فسفر(%)	پتاسیم(%)	EC (ds/m)	PH
ورمی کمپوست	۱/۸	۱/۶	۱/۵	۸/۷	۸/۳

تعیین نیاز آبی گیاه حنا

یک روش برای کاهش هزینه و فراهم کردن امکان ساخت لایسیمترهای متعدد استفاده از لایسیمترهای کوچک است. با توجه به فضای زیاد اشغال شده توسط لایسیمتر در درون گلخانه پژوهشگری با ارائه نوعی از لایسیمتر با نام میکرو لایسیمتر[1] این مشکل را حل کرد. این لایسیمترها که مخصوص گلخانه است به ارتفاع ۳۰ سانتیمتر و قطر ۳۰ سانتیمتر است و دارای شیر تخلیه زه آب و صفحه مکش برای تخلیه کامل آب است. همچنین در این لایسیمتر از روش وزنی برای تعیین تغییرات رطوبت استفاده شد. تعادل آب ورودی و خروجی در میکرولایسیمتر با فرمول زیر نشان داده می‌شود (بایل، ۲۰۰۰).

$$P+I\pm RO=ET+D_p\pm\Delta S \qquad (1)$$

P: مقدار بارندگی که در گلخانه صفر در نظر گرفته می‌شود.

I: میزان آب آبیاری

ET: تبخیر و تعرق

D_p : نفوذ عمقی

RO: رواناب سطحی خارج شده از سطح زمین که مقدار آن نیز در گلخانه صفر در نظر گرفته می‌شود

ΔS : تغییر ذخیره رطوبتی خاک

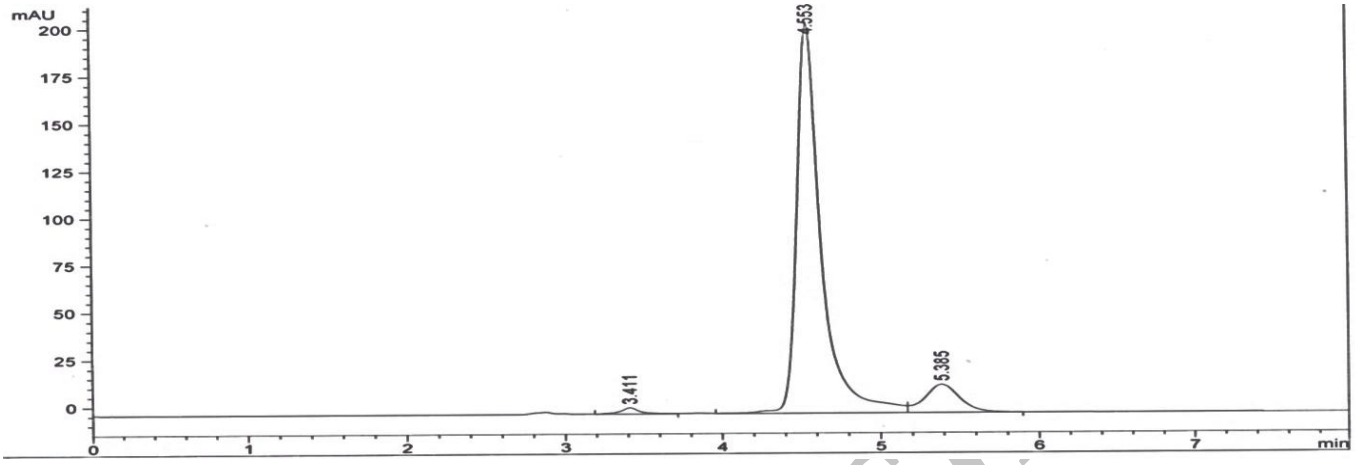
در ابتدا بذر گیاه حنا تهیه شده از مزارع بومی منطقه به مدت هفت روز در داخل آب خیسانده شدند زیرا بذر حنا دارای ماده قرمز بنام لاوزین است که اثر بازدارندگی در جوانه زنی بذر دارد. کاشت بذر در گلدان‌هایی به قطر ۲۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر در تاریخ اول بهمن ماه ۱۳۹۳ و پس از اینکه بخشی از بذرهای مورد نیاز با مایه تلقیح میکوریزایی تلقیح شدند، انجام گردید و بلافاصله آبیاری صورت گرفت. پنج عدد بذر در عمق دو سانتی‌متری خاک در هر گلدان کاشته شد. در زیر هر گلدان یک زیرگلدانی برای جمع‌آوری زه‌آب گلدان‌ها قرار داده شد به‌طوری که نیم ساعت بعداز هر آبیاری آب

[1] Micro lycimeter

Archive of SID

www.SID.ir

زیر گلدان‌ها مجدداً به گلدان مربوطه اضافه می‌گردید. مدتی پس از سبز شدن و در مرحله پنج برگی که ۴۰ روز طول کشید یک بوته گیاه حنا در هر گلدان نگه داشته و بقیه بوته‌ها حذف شدند.



شکل ۱- پیک مربوط به استاندارد لاوسون

جهت اندازه‌گیری درصد همزیستی ریشه‌ها با میکوریزا، همزمان با برداشت بوته‌ها، از ریشه‌های آنها به ویژه ریشه‌های مویین و نازک، نیز نمونه‌برداری بعمل آمد. سپس ریشه‌ها به دقت با آب مقطر شستشو شده و از محلول FAA[1] برای تثبیت ریشه‌ها استفاده گردید. مراحل رنگ بری ریشه‌ها و سپس رنگ‌آمیز ی آنها طبق روش فیلیپس و هیمن صورت گرفت (فیلیپس و همکاران، ۱۹۷۰). ابتدا برای بی‌رنگ کردن ریشه‌ها از محلول ده درصد KOH به مدت سه ساعت استفاده شد و بعد نمونه‌ها با آب مقطر بخوبی شستشو شدند. برای رنگ آمیزی ریشه‌ها از محلول حاوی ۰/۰۵ درصد تریپان بلو در لاکتوگلیسرول استفاده گردید. به منظور تعیین درصد همزیستی قارچ میکوریزا با ریشه حنا، از روش خطوط متقاطع استفاده شد (گیووانتی و همکاران، ۱۹۹۷). بدین صورت که در مورد هر تیمار، ریشه‌های رنگ آمیزی شده به قطعات یک سانتی‌متری برش داده شدند و به همراه محلول رنگ بر لاکتوگلیسرول روی پلیت شیشه‌ای قرار داده شدند. سپس قطعات ریشه از نظر وجود اندام‌های قارچی در محل تلاقی خطوط افقی و عمودی کاغذ شطرنجی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج به صورت درصد بیان شد.

اندازه‌گیری لاوسون

برای اندازه‌گیری عملکرد کیفی گیاه حنا، ماده مؤثره آن را که لاوسون می‌باشد اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری میزان لاوسون برگهای حنا ابتدا برگها را در شرایط سایه خشک کرده سپس برگها را در آسیاب به صورت پودر در آورده شدند و در ظرفهای کوچک درب-دار قرار گرفتند. برای عصاره‌گیری پودر حنا جهت اندازه-گیری میزان لاوسون ابتدا ۰/۳ گرم از پودر را در میکروتیوب‌های دو میلی لیتری ریخته و با پنج ساچمه هموزنایز اسپید میل می‌کنیم. در این مرحله ۱/۵ میلی لیتر متانول مخصوص دستگاه hplc[2] را در درون میکروتیوب می‌ریزیم. سپس نمونه‌ها را به مدت ۳۰ دقیقه در حمام سونیکتیمی می‌گذاریم و در ادامه نمونه‌ها را به مدت دو دقیقه و با دور rpm ۱۳۰۰۰ سانتریفیوژ می‌کنیم. در مرحله آخر فاز رویی را می‌کشیم و پس از عبور از فیلتر سررنگی

[1] Formalin Acid Allcohol

[2] High Performance Liquid Chromatography

Archive of SID

www.SID.ir

۰/۲ به میکروتیوب جدید منتقل می‌کنیم. فاز مایع مورد نیاز hplc شامل دو فاز متانول و اسید استیک ۰/۱ مولار می باشد که مورد استفاده قرار گرفت که به نسبت ۳۵:٦۵ مورد استفاده قرار گرفت. بعد از آماده سازی ستون و هواگیری دستگاه توسط فاز مایع متانول، استاندارد لاوسون تهیه شده از شرکت وستاژن را تزریق کردیم. تزریق استاندارد به منظور دست یابی به پیک مربوط به این ترکیب و زمان نگهداری نمونه در ستون می‌باشد. برای شناسایی لاوسون از طول موج ۲۸۰ نانومتر در دمای ٤۰ درجه سانتی گراد استفاده شد.

به منظور بررسی زمان نگهداری نمونه در ستون کروماتوگرافی و شناسایی پیک مربوط به این ترکیب، از نمونه استاندارد لاوسون استفاده گردید. همانطور که در کروماتوگرافی مربوط به نمونه استاندارد مشاهده می‌شود این زمان فاصله زمانی ٤/۵ تا ٤/٦ دقیقه پس از تزریق بهینه‌سازی شد و پیک مربوط به لاوسون شناسایی شد. سپس عصاره‌های هر منطقه تزریق شد و پیک مشابه نمونه استاندارد مشاهده شد (کلانتر معتمدی، ۱۳۹۳).

جدول ۳-نتایج تجزیه واریانس صفات گیاهی و میزان لاوسون

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS) ارتفاع گیاه	وزن خشک یک برگ	تعداد برگ در بوته	قطر بوته	تعداد گره
تکرار	۲	۴۳/ ۴۷ ns	۰/۰۰۰۱۳۵ ns	۰/۵ ns	۰/۰۲۱۶ ns	۲/۰۲ ns
تیمار کم آبی (I)	۲	۲۲۳/۲ *	۰/۰۰۲۸۶ *	۱۳۸/۲ *	۰/۵۰۱۶ *	۴۰۲/۴۲ *
تیمار کودی (F)	۴	۱۰۷۰/۳۱**	۰/۰۰۱۶۲ *	۳۰۶۳/۳ *	۴/۶۲۷ *	۲۳۴/۲ *
کود × خشکی	۸	۵۲۶/۶۴ *	۰/۰۰۰۳۷۷ **	۵۶۳ **	۰/۲۱۴۶ ns	۱۳۰/۲ **
خطا	۲۸	۱۸/۴	۰/۰۰۰۰۸	۱۳/۷	۰/۰۵۳	۵/۴۳

ادامه جدول ۳

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS) میزان لاوسون	عملکرد بوته	میزان کل لاوسون	درصد کلونیزاسیون
تکرار	۲	۱/۷۶ns	۰/۰۸۲ ns	۲۱/۲ ns	۱۷/۲ ns
تیمار خشکی (I)	۲	۶۷۰/۸۸**	۳/۰۷*	۵۱۵۱/۵ **	۱۴۵۰/۵ **
تیمار کودی (F)	۴	۵/۲۹*	۷/۰۵**	۹۳۸/۵ *	۱۸۴۳/۲**
کود × خشکی	۸	۳۹/۹*	۰/۴۱۹*	۳۰۳/۸ **	۳۰۳/۸ **
خطا	۲۸	۱/۴	۰/۱۰۸	۳۴/۷	۲۱/۶

ns: غیر معنی دار

*و** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

نتایج

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که تیمارهای آبیاری و کودی تأثیر معنی‌داری را بر روی تمامی صفات مورد بررسی گذاشته است. اثر متقابل تنش کم‌آبی و نوع کود تأثیر شاخصی در سطح احتمال یک درصد بر وزن خشک برگ، تعداد برگ و میزان کل لاوسون و در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد بوته داشت. بالاترین میزان عملکرد بوته در تیمار I_1F_3 (تیمار آبیاری مناسب و با استفاده از تلقیح میکوریزایی× ورمی-کمپوست) با تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد بود و بدون تفاوت معنی‌داری با بقیه تیمارهای کودی در آبیاری مناسب بود؛ بنابراین در شرایط عدم تنش کم‌آبی همه

Archive of SID

www.SID.ir

تیمارهای کودی از عملکرد خوبی برخوردار بودند. اما میزان عملکرد بوته در تیمار I_3F_3 با سطح تنش کم آبی ٦٠ درصد تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (جدول ٤).

بالاترین میزان کل لاوسون با مقدار ٦٩/٦ میلی-گرم در تیمار I_3F_3 با تفاوت معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها بود. بالاترین میزان تعداد برگ با مقدار ۱۷۰ عدد در تیمارهای I_2F_3 و I_3F_3 با تفاوت معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها مشاهده شد (جدول ٤).

تنش کم آبی یکی از عوامل اصلی در افزایش درصد اسانس در اکثر گیاهان دارویی است (امیدبیگی و همکاران، ۲۰۰۷). لذا با افزایش تنش کم‌آبی میزان لاوسون گیاه حنا افزایش یافته است.

جدول ۴-مقایسه میانگین های اثرتنش خشکی و انواع کود بر صفات گیاهی و میزان لاوسون

تیمارهای آزمایشی			ارتفاع گیاه (cm)	وزن خشک یک برگ (g)	تعداد برگ در بوته	تعداد گره
۱۰۰ درصد نیاز آبی (I_1)	(F1)	شاهد	۱۰۶/۳۳cde	۰/۱۶۳ab	۱۱۱h	۳۴/۶۷gh
	(F2)	اسید هیومیک	۱۰۸bcde	۰/۱۴۳abcd	۱۶۶a	۳۹efgh
	(F3)	میکوریزا×ورمی‌کمپوست	۱۲۷a	۰/۱۶۶a	۱۶۰ab	۵۱/۶۷bc
	(F4)	ورمی کمپوست	۱۲۴a	۰/۱۶ab	۱۳۷/۳de	۳۹efgh
	(F5)	کود شیمیایی	۱۱۶/۶۷abcd	۰/۱۳cdef	۱۲۵fg	۳۸fgh
۸۰ درصد نیاز آبی (I_2)	(F1)	شاهد	۸۵f	۰/۱۱ef	۱۴۹/۷bc	۴۳/۶۷defg
	(F2)	اسید هیومیک	۱۰۴df	۰/۱۴abcd	۱۴۶/۷cd	۴۵cdef
	(F3)	میکوریزا×ورمی‌کمپوست	۱۲۰/۳۳ab	۰/۱۵۳abc	۱۷۱a	۵۴b
	(F4)	ورمی کمپوست	۱۱۸/۳۳abc	۰/۱۳۶bcde	۱۲۸/۳ef	۶۳a
	(F5)	کود شیمیایی	۸۹/۳۳f	۰/۱۲۶cdef	۱۱۵/۷gh	۴۶cde
۶۰ درصد نیاز آبی (I_3)	(F1)	شاهد	۸۴/۶۷f	۰/۱۲def	۱۱۵gh	۴۴def
	(F2)	اسید هیومیک	۹۷/۳۳ef	۰/۱۲def	۱۳۶/۷def	۴۸/۳۳bcd
	(F3)	میکوریزا×ورمی‌کمپوست	۱۰۸bcde	۰/۱۵۳cdef	۱۷۰a	۵۱bcd
	(F4)	ورمی کمپوست	۹۶/۳۳ef	۰/۱۲۶cdef	۱۲۷/۷ef	۳۶/۳۳gh
	(F5)	کود شیمیایی	۸۵/۶۷f	۰/۱f	۱۳۱ef	۳۳/۶۷h

در هر ستون و برای هرتیمار، میانگین‌هایی دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۴ - مقایسه میانگین اثرمتقابل تنش خشکی و انواع کود بر صفات گیاهی و میزان لاوسون

تیمارهای آزمایشی			میزان لاوسون در واحد وزن برگ (mg/g)	عملکرد بوته (g/plant)	میزان کللاوسون (mg/plant)
۱۰۰ درصد نیاز آبی (I_1)	(F1)	شاهد	۵/۳۹fg	۳/۵۵bc	۱۹/۱۲ef
	(F2)	اسید هیومیک	۴/۵۸g	۴/۷۵a	۲۱/۸۷ef
	(F3)	میکوریزا×ورمی‌کمپوست	۱۲/۴۳de	۵/۳۳a	۶۶/۱۶ab
	(F4)	ورمی کمپوست	۵/۴۱fg	۴/۸۵a	۲۴/۳۴ef
	(F5)	کود شیمیایی	۹ef	۳/۳۲c	۲۹/۷۷ef
۸۰ درصد نیاز آبی (I_2)	(F1)	شاهد	۴/۵۱g	۳/۳۴c	۱۵/۰۹f
	(F2)	اسید هیومیک	۷/۴۵fg	۴/۴ab	۳۲/۶۴def
	(F3)	میکوریزا×ورمی‌کمپوست	۶/۵۹fg	۵/۲۱a	۳۴/۲۷cde
	(F4)	ورمی کمپوست	۶/۸۹fg	۳/۵۱bc	۲۴/۲۸ef
	(F5)	کود شیمیایی	۷/۳fg	۲/۹۳c	۲۱/۶۵ef
۶۰ درصد نیاز آبی (I_3)	(F1)	شاهد	۲۲/۵۴a	۲/۷۶c	۶۱/۸۴ab
	(F2)	اسید هیومیک	۲۲/۴۷a	۳/۲۸c	۶۸/۱ab
	(F3)	میکوریزا×ورمی‌کمپوست	۱۳/۲۸cd	۵/۲۱a	۶۹/۶a
	(F4)	ورمی کمپوست	۱۶/۴۱bc	۳/۲۳c	۵۲/۹۹abc
	(F5)	کود شیمیایی	۱۷/۸۸b	۲/۷۹c	۴۹/۹۴bcd

در هر ستون و برای هرتیمار، میانگین‌هایی دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

کاهش عملکرد گیاه حنا در طی بروز تنش کم آبی حتی تا سطح ٦۰ درصد نیاز آبی همراه با افزایش میزان لاوسون در واحد وزن برگ بوده است و این در حالی است که میزان کل لاوسون بوته گیاه حنا که از حاصلضرب تعداد برگ‌ها در میزان لاوسون واحد وزن برگ به دست می‌آید کمتر می‌شود که علت را در کم شدن تعداد برگ بوته‌های حنا در شرایط تنش کم‌آبی می‌توان دانست. به عنوان مثال میزان لاوسون واحد وزن برگ گیاه حنا در تیمارهای کودی شیمیایی و تلقیح میکوریزایی× ورمی کمپوست (I_3F_3) به ترتیب برابر با ۱۳/۲۸ و ۱۷/۸۸ میلی‌گرم در واحد وزن خشک برگ بوته است در حالی که میزان کل لاوسون تیمارها به ترتیب برابر با ٤۹/۹٤ و ٦۲/٦ میلی‌گرم در بوته گیاه حنا بود؛ اما در بین کودهای مصرفی بیشترین میزان کل لاوسون مربوط به ورمی-کمپوست در تلقیح با میکوریزا بود، بطوریکه میزان کل لاوسون و عملکرد بوته را به ترتیب به مقدار ۱۲/۵ و ۸۸/۷٦ درصد نسبت به شاهد افزایش داده است. همچنین میزان کل لاوسون در این تیمار نسبت به کود شیمیایی در شرایط تنش کم‌آبی حداکثر دارای افزایش ۳۹/۵ درصدی داشت که بیانگر برتری کود زیستی مورد نظر در شرایط تنش آبی است (جدول ٤).

با افزایش تنش آبی ارتفاع ساقه کاهش یافت که تیمار I_3F_3 با بیشترین ارتفاع اندازه گیری شده بوته گیاه حنا (۱۰۸ سانتی‌متر) از برتری خوبی نسبت به دیگر تیمارها برخوردار بوده است بطوریکه با افزایش ۲۷ درصدی ارتفاع ساقه نسبت به کود شیمیایی در شرایط

Archive of SID

www.SID.ir

حداکثر تنش آبی از عملکرد خیلی خوبی برخورداربوده است (جدول ٤).

در شرایط تنش آبی حداکثر کود زیستی ورمی-کمپوست × میکوریزا با افزایش ۳۰ درصدی تعداد برگ در بوته نسبت به کود شیمیایی باز هم برتری کود زیستی مورد نظر را نسبت به کود شیمیایی نشان می‌دهد (جدول ٤). در بررسی اثر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی بر روی گیاه دارویی سرخارگل مشاهده شد که کود ورمی کمپوست بر وزن خشک ساقه، گل، ریشه، عملکرد بیولوژیکی کل، تعداد گل در بوته اثر معنی داری دارد .استفاده از ورمی کمپوست چهار تن در هکتار بدون کود شیمیایی، بالاترین مقدار وزن خشک ساقه، وزن خشک گل، تعداد گل در بوته و ارتفاع بوته را به خود اختصاص داد (رضوی‌نیا و همکاران، ۲۰۱۵).

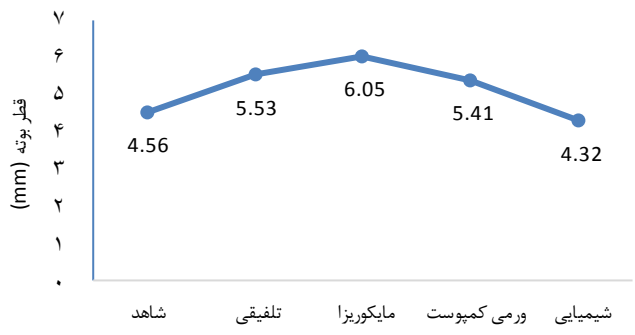
در تحقیقی که به مطالعه و بررسی تأثیر قارچ میکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج در مناطق نیمه مرطوب انجام شد مشاهده شد که پنجه‌زنی، تعداد دانه در خوشه و ارتفاع برنج به طور قابل توجهی تحت تأثیر کلونیزاسیون ریشه که در نتیجه قارچ میکوریزا ایجاد می شود قرار گرفت (عبداللهی و همکاران، ۲۰۱۵).

در این آزمایش در بررسی اثرات دوگانه متقابل آبیاری و کود، تیمار I_3F_3 (با سطح تنش کم‌آبی شدید و تلقیح میکوریزایی× ورمی‌کمپوست) از وضعیت مطلوب-تری نسبت به تیمارهای تنش کم‌آبی برخوردار گردید، چنانکه تفاوت آماری معنی‌داری را در میزان کل لاوسون، تعداد برگ و عملکرد بوته نسبت به دیگر تیمارهای تنشی از خود نشان داد.

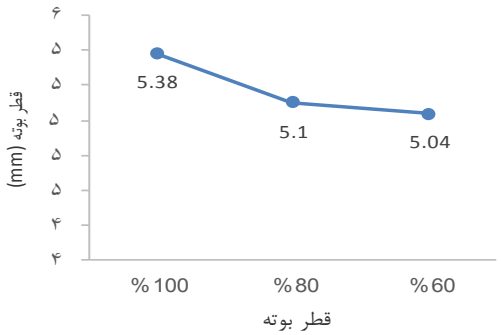
عملکرد بوته، تعداد برگ و میزان کل لاوسون در تیمار I_3F_3 با تیمار مشابه آن که در وضعیت آبیاری مناسب به سر برده بود (I_1F_3) تفاوت معنی‌داری نداشت که نشان دهنده این است که گیاه در شرایط تنش کم‌آبی شدید نسبت به شرایط آبیاری مناسب توانسته است از طریق کود ورمی‌کمپوست و برقراری رابطه همزیستی میکوریزی، شرایط کمبود آب قابل دسترس را به خوبی و بدون کاهش عملکرد تحمل نماید.

با افزایش تنش آبی قطر بوته گیاه حنا به میزان ٦/٧ درصد کاهش یافت (شکل ۳) و همچنین در بین تیمارهای کودی تیمار F_3 از عملکرد بهتری نسبت به دیگر تیمارهای کودی برخوردار بوده است بطوریکه با افزایش ٤٠ درصدی قطر بوته گیاه حنا در تیمار مورد نظر نسبت به تیمار کود شیمیایی مشاهده شد که برتری کود زیستی (ورمی کمپوست و میکوریزا) نسبت به کود شیمیایی را نشان می‌دهد (شکل ۲).

هدایت هیدرولیکی سیستم ریشه‌ای در گیاهان میکوریزی شده بیشتر از گیاهان غیرمیکوریزی است که این امر در اثر افزایش سطح ریشه و یا طول ریشه‌های میکوریزی می‌باشد. همچنین هدایت آبی در واحد طول ریشه در گیاهان میزبان قارچهای میکوریزی دو تا سه برابر بیشتر می‌باشد (تروهزیا و همکاران، ۲۰۰۳).



شکل۲- تأثیر تیمارهای کودی بر قطر ساقه



شکل ۳- تأثیر سطوح مختلف تنش کم‌آبی بر قطر ساقه

Archive of SID

www.SID.ir

در خاکهای قلیایی افزایش جذب پتاسیم بستگی به نوع قارچ همزیست و گونه گیاهی دارد. در همزیستی ایجاد شده بین سویا و ایزوله‌های مختلفی از قارچ Glomus mosseae مشاهده شده است که تنها ایزوله-های جداسازی شده از مناطق خشک منجر به افزایش جذب پتاسیم در گیاه میزبان شده‌اند (بتلنفاوی و همکاران، ۱۹۹۹۸). بر طبق گزارش سونگ (سونگ، ۲۰۰۵)، بهبود شرایط ریزوسفر خاک در شرایط تنش، توسعه سیستم ریشه‌ای و بهبود جذب آب و عناصر غذایی توسط گیاه، افزایش سیستم دفاعی گیاه میزبان و مقاومت در برابر پاتوژن‌های گیاهی و کاهش خطرات اکسیداسیون ناشی از تنش خشکی را می‌توان به اثرات مثبت همزیستی میکوریز مرتبط دانست، مواردی که نتایج این تحقیق نیز به تعدادی از آنها اشاره داشته است.

میکوریزا نه تنها رشد گیاه و جذب مواد معدنی را افزایش می‌دهد بلکه ممکن است در شرایط خشکی مقاومت بالایی را نیز در گیاه ایجاد کند (آمریان و همکاران، ۲۰۰۱). این قارچها می‌توانند بر تعادل آبی گیاه هم در هر شرایط تنش و هم دوره بدون تنش اثر گذاشته (علی‌آبادی و همکاران، ۲۰۰۸) و حتی تأثیر آنها در شرایط تنش افزایش می‌یابد (ابوقلیا، ۲۰۰۸). بعد از قارچ میکوریزا، اسید هیومیک از عملکرد خوبی در شرایط تنش کم‌آبی برخوردار بود بطوریکه بیشترین مقدار کل لاوسون و عملکرد بوته را با مقادیر به ترتیب (۶۸/۱ میلی‌گرم و ۳/۲۸ گرم) داشت (جدول ۵).

نتایج بررسی اثرات مقادیر مختلف اسید هیومیک بر روی گوجه فرنگی نشان داده است که کاربرد ۱/۵ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک تأثیر به سزایی بر شاخص بیوماس، شاخص بریکس و وزن میوه داشته است (کمری و همکاران، ۲۰۱۳ و صالحی و همکاران، ۲۰۱۱). در آزمایشی که تأثیر اسید هیومیک بر روی جذب روی و ضریب جذب روی در خاک انجام شده است مشاهده شد که اسید هیومیک ضریب جذب لانگمویر[1] را تا ۲۱ درصد و ضریب جذب فروندلیچ[2] را تا ۹۵ درصد افزایش می‌دهد (پیری و همکاران، ۲۰۱۵)؛ بنابراین اسید هیومیک نیز بعد از قارچ میکوریزا توانسته است تأثیر شاخصی در کیفیت گیاه حنا و میزان لاوسون آن داشته باشد.

پلیمرهای اسید هیومیک شبیه یک چسب آلی عمل می‌کنند و ذرات مواد معدنی خاک را به هم چسبانده و ضمن ایجاد گرانول‌های درشت‌تر، فضای مناسب برای موجودات میکروسکوپی و ماکروسکوپی، نفوذ بیشتر هوا، آب و ریشه فراهم می‌کند. در نتیجه این پلیمرها یک عامل کلیدی در اصلاح ساختار خاکها هستند (سینگر و همکاران، ۱۹۹۸). اسید هیومیک با تولید بیشتر اسیدهای نوکلئیک و اسیدهای آمینه، تکثیر سلولی را درکل گیاه و به ویژه در ریشه‌ها افزایش می-دهد (دورسان و همکاران،۲۰۰۲). اسید هیومیک با اصلاح فیزیکی و بهبود دانه‌بندی خاک فضای بیشتری برای نفوذ آب ایجاد می‌کند. مولکول‌های اسید هیومیک با پیوند با مولکولهای آب، تا حدود زیادی مانع از تبخیر آب می-گردند. مولکولهای فولویک اسید (بخش ریز مولکول از اسید هیومیک) که به درون بافتهای گیاهی نفوذ می‌کنند با پیوند شدن به مولکول‌های آب تعریق و تعرق گیاه را کاهش داده به حفظ آب در درون گیاه کمک می‌کند (برونیک و همکاران، ۲۰۰۵). اسید هیومیک با بهبود تولید قند، پروتئین و ویتامین در گیاه و نیز تأثیر مثبتی که بر جنبه‌های مختلف فتوسنتز دارد در افزایش عملکرد و کیفیت محصول نقش دارد (شریف و همکاران، ۲۰۰۲). این نتایج در مورد ذرت (آلبوزیو و همکاران، ۲۰۰۳) و گوجه فرنگی (آدنی و همکاران، ۲۰۰۵) نیز تأیید شده است؛ بنابراین اسید هیومیک بعد از قارچ میکوریزا توانسته است در شرایط تنش کم‌آبی از عملکرد خوبی برخوردار باشد.

[1] Langmuir

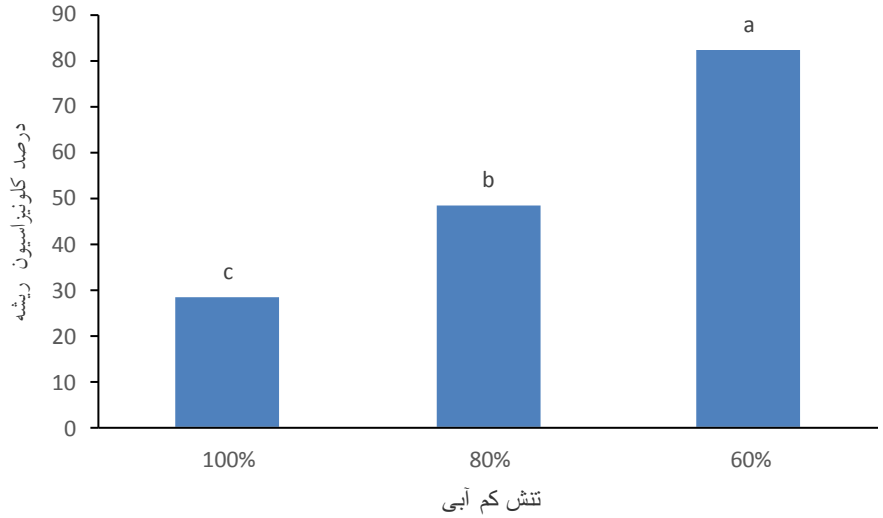
[2] Freundlich

Archive of SID

www.SID.ir

درصد کلونیزاسیون ریشه

علت افزایش کارآیی مصرف آب از طریق همزیستی با میکوریزا را در افزایش جذب فسفر دانستند که باعث افزایش عملکرد بیولوژیک و در نتیجه افزایش کارآیی مصرف آب می‌شود (علی آبادی و همکاران، ۲۰۰۸). کارآیی مصرف آب درگیاهان همزیست با میکوریزا در مقایسه با گیاهان غیر همزیست بیشتر است (نگرثنا و همکاران، ۲۰۰۷).نتایج حاصل از تأثیر تنش کم آبی بر میزان کلونیزاسیون ریشه در گیاه دارویی حنا نشان داده است که درصد کلونیزاسیون ریشه در شرایط تنش متوسط (I_2) و تنش شدید (I_3) به ترتیب برابر با ۴۸/۵۲ و ۸۲/۲ درصد بود (شکل ۲).



شکل ۲- تأثیر سطوح تنش کم‌آبی بر درصد کلونیزاسیون ریشه

در تحقیقی نیز با بررسی تأثیر دو گونه G. mosseae و G. intraradices بر روی رشد ذرت تحت شرایط استرس خشکی به این نتیجه رسیدند که گونه G. mosseae بیشترین درصد کلونیزاسیون را (۹۳/۵ درصد) و گونه G. intraradices کمترین میزان کلونیزاسیون (۷۸/۳ درصد) را دارد (آمریان و همکارن، ۲۰۰۱). نتایج تحقیقی بر روی گیاه اسطوخودوس میکوریزایی شده نشان می‌دهد که گونه‌های بومی مقاوم به کلونیزاسیون G. mosseae و G. intraradices خشکی ریشه را به ترتیب ۳۵ درصد و ۱۰۰ درصد افزایش دادند (مارولاندا و همکاران، ۲۰۰۷).

نتیجه گیری

براساس نتایج بدست آمده در این آزمایش می‌توان بیان کرد هر چند با کاهش میزان آب مصرفی و به تبع آن بروز تنش خشکی از عملکرد گیاه حنا کاسته می‌شود اما با قارچ میکوریزا، ورمی کمپوست و هیومیک اسید که نوعی اسید آلی می‌باشد (در بالاترین سطح تنش)، می‌توان تا حد مطلوبی از بروز اثرات سوء تنش خشکی بر عملکرد این گیاه کاست. بنابراین با مصرف کودهای بیولوژیک و مدیریت کودهای مصرفی می‌توان در جهت کشاورزی پایدار خاک گام مهمی برداشت و به عنوان یک جایگزین مناسب برای کودهای شیمیایی در گیاه دارویی حنا مطرح باشند.

Archive

www.SID.ir

فهرست منابع

۱. آستارایی، ع و کوچکی، ع. ۱۳۷۵. کاربرد کودهای بیولوژیکی در کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۲. توسلی، ع و اصغرزاده، ن.ع. ۱۳۸۸. اثر قارچ های میکوریز آربوسکولار بر جذب ناصر غذایی و عملکرد پیاز در یک خاک شور در شرایط مزرعه ای. مجله دانش آب و خاک، جلد ۱۹ ،شماره۱.

۳. حمیدپور، م.، فتحی، س. و روستا، ح. ۱۳۹۱. اثر زئولیت و ورمی کمپوست بر ویژگیهای رشدی و غلظت برخی عناصر حنا، مجله علوم و فنون کشت گلخانه‌ای. ٤(۱۳): ٥٦-٦٨

٤. درزی، م.ت.، قلاوند، ا.، رجالی، ف. و سفیدکن، ف.۱۳۸۵.بررسی کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی رازیانه. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۲(٤):۲۷٦-۲۹۲.

۵. صالح راستین، ن.۱۳۷۷. کودهای بیولوژیک.مجله خاک و آب، جلد۱۲، شماره۳، صفحات ۱ تا ۳٦.

٦. صالح راستین، ن.۱۳۸۰. کودهای بیولوژیک و نقش آنها در راستای نیل به کشاورزی پایدار، در "ضرورت تولید کودهای بیولوژیک در کشور، (مجموعه مقالات)، نشر آموزش کشاورزی به سفارش مؤسسه خاک و آب: (٦) ۵۵-۵۸.

۷. عسکری، ع.ا. ۱۳۹۳. اثر ورمی کمپوست بقایای درخت خرما و کود حیوانی گاوی بر رشد حنا، " دومین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار"، ایران، همدان.

۸. علیزاده، ا. ۱۳۸٦. اثرات میکوریزا در شرایط متفاوت رطوبت خاک بر جذب عناصر غذایی در ذرت. مجله علمی-پژوهشی، پژوهش در علوم کشاورزی. سال سوم. شماره اول، صفحه ۱۰۱-۱۰۸.

۹. کلانتر معتمدی، گ. ۱۳۹۳. بررسی تنوع ژنتیکی و بیوشیمیایی گیاه دارویی حنا در استان کرمان با استفاده از نشانگرهای مولکولی و کروماتوگرافی مایع (hplc). کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و فناوری‌های نوین گروه اصلاح نباتات، دانشگاه تحصیلات تکمیلی، صنعتی و فناوری پیشرفته.

۱۰. کرمپور، ف. و کازرانی، ن. ۱۳۹٤. بررسی تولید، بازاریابی و زمینه های صدور حنا، مرکز تحقیقات کشاورزی هرمزگان، ص.پ: ۷۹۱٤۵-۱۵۷۷

۱۱. کوچکی، ع .، سلطانی، ا. و عزیزی، م. ۱۳۷٦. اکو فیزیولوژی گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، صفحات ۲۱٤-۲۱۹.

۱۲. معلم، ا.ح.، و عشقی زاده، ح.ر. ۱۳۸٦. کاربرد کودهای بیولوژیک: مزیتها و محدودیتها، خلاصه مقالات دومین همایش ملی بوم شناسی، ایران، گرگان، ص٤۷.

13. Abdolahi, A.a and Zarea, m.j. 2015. Effect of mycorrhiza and root endophytic fungi under flooded and semi-flooded conditions on grain yield and yield components of rice. Electronic journal of crop production, 8(1):223-230.

14. Abo-Ghalia, H. H., & Khalafallah, A. A. 2008. Responses of wheat plants associated with arbuscular mycorrhizal fungi to shortterm water stress followed by recovery at three growth stages. Journal of Applied Sciences Research, 4(5), 570-580.

15. Adani, F., Genevi, P., & Zocchi, G. 2005. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition . Journal of Plant Nutrition, 21, 561-575.

16. Adsemoy, A.O. and kloeppe, J.W.2009. Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. Appl microbial biotechnol 85:1-12.

17. Alam, H.,2008, Encyclopedia Iranica article on Henna, Oman Medical Journal, 33(6): 5-18

Archive of SID

www.SID.ir

18. Albuzio, A., Concheri, G., Nardi, S., & Dellagnola, G. 2003. Effect of humic fractions of different molecular size on the development of oat seedling grown in varied nutritional condition. In: Senesi, N, T, M, Mianom (eds).Humic substances in the global environment and implications on human health. Elsevier Science, Amsterdam, PP, 199-204.
19. Aliabadi Farahani, H., Lebaschi, H., Hussein, M., Shiranirad, A., Valadabadi, A., & Daneshian, J. 2008. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi different levels of phosphorus and drought stress on water use efficiency relative water content and praline accumulation rate of coriander (Coriandrum Sativum L.). Journal of Medicinal Plants Research, 2(6), 125-131.
20. Amerian, M. R., Stewart, W. S., & Griffiths, H. 2001. Effect of two species of arbuscular mycorrhizal fungi on growth assimilation and leaf water relation in maize. Aspect of Applied Biology, 63, 73-76.
21. Arancon, N., Edwards, C. A., Bierman, P., Welch, C. and Metzger, J. D. 2004. influences of Vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth on yield-Bioresource technal.
22. Auge, R. M. 2001. Water relations, drought and VA mycorrhizal symbiosis. Mycorrhiza, 11, 3-42.
23. Baille, A., 2000. "Principle and methods for predicting crop water requirement in greenhouse environments". CIHEAM options mediterraneennes, 31(1): 177-187.
24. Beltrano, J., & Ronco, M. G. 2008. Improved tolerance of wheat plants (Triticum aestivum L.) to drought stress and rewatering by the arbuscular mycorrhizal fungus Glomus claroideum: Effect on growth and cell membrane stability. Brazilian Society of Plant Physiology, 20(1), 29-37.
25. Bethlenfalvay, G. J., R. L. Franson, M. S. Brownand and K. L. Mibara. 1998. The Glycne-Glomus-Bradyrhizobium symbiosis, IX: Nutritional, morphological and physiological responses of nodulated soybean to geopgraphic isolates of the mycorrhizal fungus, Glomus mosseae. Physilogia Plantarum. 76: 226-232.
26. Bronick, E. J., Lai, R. 2005. Soil structure and management : A review. Geoderma, 124, 3-22.
27. Bryla, D. R. and J. M., Duniway. 1998. The influence of the mycorrhiza Glomus etunicatum on drought acclimation on safflower and wheat. Plant and Soil. 104:87-96.
28. Dursun, A., Guvenc, I., & Turan, M. 2002. Effects of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micronutrient contents of tomato and eggplant. Acta Agrobotanica, 56, 81-88.
29. Farahza Kazemi, S., Farahi Ashnaii, S.& Sharifi,. A. 2002.The effect of water stress on seed yield components of Cuminum cyminum. Research and production J,54, 42-45.
30. Giovannetti, M. and B. Mosse. 1997. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytologist. 84: 489-500.
31. Ishizuka J. (1992). Trends in biological nitrogen fixation research and application. Plant and Soil, 141:197- 209.
32. Jeffries, P. 2001. Achievements in the past and autlook for the future of AMF. Research School of Biosciences, University Of kent. Canterbury. kent.
33. Kamari shahmaleki, s., Peyvast, gh.and Ghasemnezhad m. 2013.Effect of humic acid on growth and yield of tomato cv. Isabela. Journal of horticulture science (agricultural sciences and technology),26(4):358-363.
34. Li-Lin, X., E. George and H. Marschner. 1997. Extention of the phosphorus depletion zone in VAM mycorrhizal white clover in a calcareous soil. Plant and Soil. 136: 41-48.
35. Marchner, H. and B. Dell. 2001. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. Plant Soil. 159: 89-102.
36. Marulanda, A., Porcel, R., Barea, J. M., & Azcon, R. 2007. Drought tolerance and antioxidant activities in lavender plants colonized by native drought tolerant or drought-sensitive Glomus Species. Microbial Ecology, 54, 543-552.
37. Miransari, M. 2010. Contribution of arbuscular mycorrhizal symbiosis to plant growth under different types of soil stresses. Review article. Plant Biology. 12: 563-569.

Archive of SID

www.SID.ir

38. Mukerji, K. G. and B. P. Chamola. 2003. Compendium of mycorrhizal research. A. P. H. Publisher. New Delhi. p. 310.
39. Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. plant Cell Environment. 25:239-250.
40. Nagarathna, T. K., Prasad, T. G., Bagyaraj, D. J., & Shadakshar, Y. G. I. 2007. Effects of arbuscular mycorrhiza and phosphorus levels on growth and water use efficiency in sunflower at different soil moisture stress. Journal of Agricultural Technology, 3(2), 221-229.
41. Omidbaigi, R. 2007. Production and processing of medicinal plants. Behnashr pub. 340pp.
42. Philips, J. M. and D. S. Hayman. 1970. Improved procedures for cleaning roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans. Brit. Mycol. 55: 158-161.
43. Piri, m. and Sepehr e. 2015. Efect of humic acid on sorption and desorption of zinc. Water and soil science (Journal of science and technology of agriculture and natural resources), 19(72):127-136.
44. Razavinia, M., Aghaalikhani, M. and naghdi, h. 2015. Effect of vermicompost and chemical fertilizers on quantitative and qualitative properties of echinaceae pursuerea. Iranian journal of medicinal and aromatic plants, 31(2):357 - 373.
45. Reddy, a.r., K.V.Chaitanya and M.Vivekanandan. 2004.Drought include responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants.J.plant physiol.161:1189-1202.
46. Sainz, M. J., M. T. Taboada-Castro and A. Vilarino. 2003. Growth, mineral nutrition and mycorrhizal colonization of red clover and cucumber plants grown in a soil amended with composted urban wastes. Plant and Soil. 205: 85-92.
47. Salehi, b., Bagherzadeh, a. and Ghasemi m. 2011. Impact of humic acid on growth properties and yield components of three tomato varieties. Agroecology,2(4):156-123.
48. Sharif, M., Khattak, R. A., & Sarir, M. S. 2002 . Effect of different levels of lignitic cool derived humic acid on growth of maize plants.Communications in Soil Science and Plant Analysis, 33, 3567-3580.
49. Sharma, A. K. 2002. Ahandbook of organic farming Agrobios. India. 627pp.
50. Singer, M. J., Bissonnais, L. Y. 1998. Importance of surface sealing in the erosion of some soils from a Mediterranean climate. Geomorphology, 24,79-85.
51. Song, H. 2005. Effects of VAM on host plant in condition of drought stress and its mechanisms Electronic Journal of Biology. 1(3): 44-48.
52. Stark, C., Condron, L. M., Stewart, A., Di H. J. and Ocallaghan, M. 2007. Influence of organic and mineral amendments on microbial soil properties and processes.Appl.soil Ecol.,35;79-93.
53. Subramanian, K. S., C. Charest, L. M. Dawyer and R. I. Hamilton. 1997. Effects of arbuscular mycorrhizae on leaf water potential, sugar and P contents during drought and recovery of maize. Canadian Journal of Botany. 75: 1582-1591.
54. Tavoosi, M. 2000. Effect of different irrigation regims on cumin yield components. Msc thesis in irrigation . Ferdowsi University of Mashhad. PP:95.
55. Troehza loynachan, T. E. 2003. Endomycorrhizal fungi survival in continuous corn,soybean and fallow. Agronomy Journal. 95(1): 224-230.
56. Wu,S.C., Cao, Z.H., Li,Z.G.Cheung,K.C.and M.H.Wong. 2005.Effects of biofertilizers containing N-fixer, p and k solubilizer and AM fungi on maize growth: a greenhouse trail. Geoderma. 125:155-166.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of Mycorrhiza, Vermicompost and Chemical Fertilizer Application on Yield and Lawson Content of Henna as Medicinal Plant under Water Deficit Condition

A.Vahidi [1 *], A. Alizadeh, A. Baghizadeh, and H. Ansari

Ph.D., student, Department of Water Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
avahidi247@gmail.com
Prof., Department of Water Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
alizadeh@gmail.com
Associate Professor, Department of Biotechnology, Institute of Science and High Technology and Environmental Sciences, Graduate University of Advanced Technology, Kerman-Iran.
amin_4156@yahoo.com
Associate Professor, Department of Water Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
ansary@um.ac.ir

Abstract

In order to study the effect of biofertilizers, chemical fertilizers, and water deficit stress on biological yield, lawsone content, and root colonization with mycorrhiza in henna[۲] an experiment was conducted at research greenhouse of Bam University in 2014 and 2015 growing seasons. The treatments included fertilizers (without any fertilizer (F_1), humic acid (F_2), application of mycorrhizae and vermicompost (F_3), vermicompost (F_4), and chemical fertilizer (F_5) and water deficit levels (100% water requirement (I_1), 80% W.R (I_2), and 60% (I_3). The treatments were arranged as factorial in a randomized complete blocks design with fifteen treatments and three replications. Results showed that the highest weight of dry leaf, no. of leaves, and biological yield were obtained with application of mycorrhizae and vermicompost treatment under full irrigation (I_1F_3). With increasing stress severity, the highest weight of dry leaf (0.153g), no. of leaves (171), and plant height (120.33 cm) were obtained in I_2F_3, largest number of nodules (63) in **(I_2F_4),** and maximum biological yield (5.21 g/plant), total lawsone content (69.6 mg/g), and colonization with roots (82.2%) was obtained with application of mycorrhizae and vermicompost treatment under 60% water requirement i.e. I_3F_3 treatment. It seems that biofertilizers can be considered as a replacement for chemical fertilizers in henna medicinal plant production.

Keywords: Biological yield, Colonization, Humic acid, Mycorrhiza, Vermicompost

Archive of SID

1 - Corresponding author: water engineering, University of ferdowsi, mashhad,iran.
*- Received: August 2017, and Accepted: January 2018
2- Lawsonia inermis

www.SID.ir