نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد ۱۲، آذر - دی ۱۳۹۷، ص. ۱۰۴۰-۱۰۲۹

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 5, Vol. 12, Des.-Jan. 2018, p. 1029-1040

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

علیرضا وحیدی[۱]، امین علیزاده[۲*]، امین باقی‌زاده[۳] و حسین انصاری[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۷/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۶

چکیده

به منظور بررسی اثر کودهای زیستی، شیمیایی و تنش کم‌آبی بر عملکرد زیستی، میزان لاوسون[۵] و درصد همزیستی با قارچ میکوریزا در گیاه دارویی حنا[۶]، آزمایشی به صورت فاکتوریل دو عاملی با استفاده از سطوح کودی، (بدون کود (F_1)، اسیدهیومیک(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 اجرا شد. 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 مناسب و تلقیح میکوریزایی × ورمی‌کمپوست (I_1F_3) حاصل شد. با ایجاد تنش، بیش‌ترین مقادیر برای صفات وزن خشک برگ (۰/۱۵۳گرم)، تعداد برگ (۱۷۱ عدد) و ارتفاع گیاه (۱۲۰/۳۳سانتی‌متر) در تیمار (I_2F_3)، برای صفت تعداد گره (۶۳ گره) در تیمار (I_2F_4)، و برای صفات عملکرد (۵/۲۱ گرم در بوته)، میزان لاوسون کل (۶۹/۶ میلی‌گرم در گرم) و درصد 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 و افزایش صفات عملکردی گیاه دارویی حنا خصوصا در شرایط تنش کم‌آبی بوده و می‌توانند به عنوان جایگزین مناسب برای کودهای شیمیایی مورد توجه قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: اسیدهیومیک، حنا، درصد همزیستی، عملکرد بیولوژیک، میکوریزا، ورمی‌کمپوست

مقدمه

آب بیش‌ترین اهمیت را برای تولید و رشدگیاهان دارد، چرا که در جذب مواد غذایی و حلالیت و حرکت مواد در گیاهان 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 (Munns., 2002).

گیاه حنا [۷] 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، پزشکی و تولید رنگ‌های ثابت صنعتی بکار می‌رود. ایران از مناطق کشت عمده حنا و از مهم‌ترین صادرکنندگان پودر حنا در جهان می‌باشد (کرم‌پور، ۱۳۹۴). 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[۸]، کوئینون[۹]، اسانس، مواد چرب و مواد رزینی می‌باشد. مهم‌ترین ترکیب شناخته شده حنا لاوسون نام دارد که ماده اصلی رنگی در حنا محسوب می‌شود. لاوسون به صورت بلورهای منشوری شکل در اسیداستیک به دست می‌آید که در دمای ۱۹۵-۱۹۶ درجه تجزیه می‌شود (حمیدپور، ۱۳۹۱). در تحقیقی که در مورد اثرات ورمی‌کمپوست بقایای درخت خرما و کود حیوانی گاوی بر رشد حنا در ایران مورد بررسی قرار گرفت نشان داد که همه فاکتورهای رویشی

۱- دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- دانشیار گروه بیوتکنولوژی، پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته
۴- استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(* - نویسنده مسؤل: (Email: alizadeh@gmail.com

5- Lawson
6- *Lawsonia inermis*
7- *Lawsonia inermis*
8- *Pentosan*
9- *quinone*

در گیاه حنا تحت تاثیر کودهای آلی کمپوست خرما و کود گاوی افزایش یافتند، استفاده از کود گاوی و کمپوست خرما به تنهایی و باهم باعث افزایش رشد رویشی گیاه حنا شد (عسکری، ۱۳۹۳).

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 مجددا مطرح شده است (آستارایی و همکاران، ۱۳۷۵ و علیزاده، ۱۳۸۶). 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 می شوند (عسکری، ۱۳۹۳). از راه‌های دست‌یابی به کشاورزی پایدار، استفاده از ریزجاندارانی است که نقش مهمی در تامین نیاز غذایی گیاهان دارند که از آن جمله می‌توان به میکروریزا اشاره نمود (Sharma., 2002). 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 (Philips., 1970). 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 (Jeffries., 2001). اهمیت این همزیستی در مورد جذب فسفر و عناصر با تحرک اندک در شرایط تنش آبی در خاک مشهودتر می‌باشد (Li-Lin and et al., 1997). از آن‌جایی که قارچ‌های میکوریزی موجب افزایش توانایی گیاه میزبان در جذب عناصر معدنی از خاک و به‌خصوص از منابع غیرقابل دسترس آن‌ها می‌شوند، عقیده بر این است که این قارچ‌ها می‌توانند جایگزین خوبی برای قسمتی از کودهای شیمیایی مصرف شده به‌خصوص کودهای فسفاته در اکوسیستم‌های مختلف باشند (Mukerji and et al., 2003).

از ترکیباتی که در اصلاح ساختار خاک نقش مهمی دارد اسیدهیومیک است که از تجزیه مواد آلی در خاک حاصل می‌شود. به‌طور کلی، هیومیک‌ها پیش از این‌که کود باشند، اصلاح کننده خاک هستند (معلم، ۱۳۸۶). پلیمرها عامل کلیدی در اصلاح ساختار خاک‌ها هستند (Singer and et al., 1998). اسیدهیومیک با تولید بیش‌تر اسیدهای‌نوکلئیک و اسیدهای‌آمینه، تکثیر سلولی را در کل گیاه و به ویژه در ریشه‌ها افزایش می‌دهد (Dursun and et al., 2002). اسیدهیومیک با اصلاح فیزیکی و بهبود دانه‌بندی خاک فضای بیش‌تری برای نفوذ آب ایجاد می‌کند. مولکول‌های اسیدهیومیک با ایجاد پیوند با مولکول‌های آب، تا حدود زیادی مانع از تبخیر آب می‌گردند. مولکول‌های فولویک‌اسید (بخش ریزمولکول از اسیدهیومیک) که به درون بافت‌های گیاهی نفوذ می‌کنند با پیوند شدن به مولکول‌های آب تعریق و تعرق گیاه را کاهش داده و به حفظ آب در درون گیاه کمک می‌کند (Bronick and et al., 2005). در پژوهشی گلخانه‌ای که توسط ساینز و همکاران بر روی گیاهان شبدرقرمز و خیار صورت گرفت، مشخص شد که مصرف ورمی‌کمپوست موجب افزایش قابل ملاحظه عملکرد بیولوژیک در مقایسه با شاهد شد (Sainz and et al., 2003). از طرفی ورمی‌کمپوست به 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 میکروارگانیزم‌های 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 Stark and et al., 2007).

از اهداف این مطالعه که برای اولین بار در ایران انجام شده است و در جهان هم تاکنون انجام نشده است مطالعه و بررسی اثرات کودهای زیستی (میکوریزا، هیومیک‌اسید و ورمی‌کمپوست) و مدیریت آب بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی حنا می‌باشد، تا با شناسایی کودهای بیولوژیکی مناسب در شرایط کم‌آبی بتوانند حداکثر راندمان را داشته باشند در جهت حرکت به سمت پایداری بیش‌تر سیستم‌های زراعی گام برداشت تا ضمن کاهش هزینه‌های تولید محصولات زراعی به‌خصوص گیاهان دارویی و صرفه‌جویی در مصرف آب و کود به حفظ محیط زیست کمک کرد، 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 تاثیر کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی و تنش کم‌آبی بر برخی صفات رشدی و کلونیزاسیون[2] میکوریزا، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل که عامل اول شامل تیمارهای کودی (بدون کود (F_1)،

1- *Eisenia foetida*
2- Clonization

اسیدهیومیک(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 ۶۰ 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 ۲۹/۰۶ درجه و ارتفاع ۱۰۵۰ متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ انجام شد. مایه تلقیح قارچ میکوریزایی بنام *Glomus mosseae* که به صورت اندام فعال قارچی (شامل اسپور، هیف و ریشه) می‌باشد از موسسه تحقیقات خاک و آب همدان تهیه گردید. بر اساس دفترچه راهنما ارایه شده هر گرم قارچ میکوریزا داری ۱۲۵ اندام فعال می‌باشد بنابراین ۲ گرم قارچ را زیر هر بذر در داخل گلدان قرار داده تیمار به طوری که هر بذر آغشته به مایه تلقیح میکوریزایی در حدود ۲۵۰-۲۰۰ اندام فعال قارچی دریافت کرد.

ورمی‌کمپوست 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 ورمی‌کمپوست مصرفی ۵ تن در هکتار و ۱۰۰ گرم برای هر گلدان بود.

اسیدهیومیک 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 مصرفی بر اساس نتایج تجزیه خاک (جدول۱) 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 (نتایج در جدول ۱ ارایه شده است). هم‌چنین در جدول ۲ خصوصیات کود ورمی‌کمپوست که در طرح تحقیقاتی استفاده شد، آمده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

سیلت(%)	شن(%)	رس(%)	نیتروژن(mg/kg)	پتاسیم(mg/kg)	فسفر (mg/kg)	Ec(ds/m)	PH
۷	۸۸	۵	۵۰۴	۲۵۹/۴	۱۰/۰۶	۰/۸۰۲	۷/۳۳

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی کود ورمی‌کمپوست

	نیتروژن(%)	فسفر(%)	پتاسیم(%)	EC (ds/m)	PH
ورمی‌کمپوست	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 ارایه نوعی از لایسیمتر با نام میکرولایسیمتر ۱ این مشکل را حل کرد. این لایسیمترها که مخصوص گلخانه است به ارتفاع و قطر ۳۰ سانتی‌متر است و دارای شیر تخلیه زه‌آب 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 معادله ۱ بدست می‌آید (baille., 2000).

$$P+I\pm RO=ET+D_P \pm \Delta \qquad (۱)$$

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 بذرهای توده بومی گیاه حنا تهیه شده از مزارع بومی منطقه بم به مدت هفت روز در داخل آب خیسانده شدند زیرا بذر حنا دارای ماده قرمز بنام لاوسون است که اثر بازدارندگی در جوانه‌زنی بذر دارد. کاشت بذر در گلدان‌هایی به قطر متوسط ۲۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر و به وزن متوسط ۸ کیلوگرم در تاریخ اول بهمن‌ماه 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 ۲ سانتی‌متری خاک در هر گلدان کاشته شد. در زیر هر گلدان یک زیرگلدانی برای جمع‌آوری زه‌آب گلدان‌ها قرار داده شد به طوری‌که نیم ساعت بعد از هر آبیاری آب زیر گلدان‌ها مجددا 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.

جهت اندازه‌گیری درصد هم‌زیستی ریشه‌ها با میکوریزا، هم‌زمان با برداشت بوته‌ها، از ریشه‌های آن‌ها به ویژه ریشه‌های مویین و نازک، نمونه‌برداری به‌عمل آمد. سپس ریشه‌ها به دقت با آب مقطر

1- *Micro lycimeter*

شستشو شده و از محلول FAA[1] برای تثبیت ریشه‌ها استفاده گردید. مراحل رنگ‌بری ریشه‌ها و سپس رنگ‌آمیز ی آن‌ها طبق روش فیلیپس و هیمن صورت گرفت (Philips et al., 1970). ابتدا برای بی‌رنگ کردن ریشه‌ها از محلول ده درصد KOH به مدت ۳ ساعت استفاده شد و بعد نمونه‌ها با آب مقطر بخوبی شستشو شدند. برای رنگ‌آمیزی ریشه‌ها از محلول حاوی ۰/۰۵ درصد تریپان بلو [2]در لاکتوگلیسرول [3] استفاده گردید. به منظور تعیین درصد هم‌زیستی قارچ میکوریزا با ریشه حنا، از روش خطوط متقاطع استفاده شد (Li-Lin et al., 1997). بدین صورت که در مورد هر تیمار، ریشه‌های رنگ‌آمیزی شده به قطعات یک‌سانتی متری 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.

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

اسیدهیومیک۹۰ درصد 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 ۴۶ درصد، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم در نظر گرفته شد.

در این تحقیق صفات کمی گیاه حنا مورد بررسی قرار گرفتند. به منظور اندازه‌گیری صفات کمی گیاه حنا بوته را در هر گلدان برداشت و ارتفاع بوته، قطر بوته، تعداد گره‌ها و فاصله میان گره‌ها اندازه‌گیری و سپس بوته در داخل آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه خشک شد. پس از خروج بوته خشک شده از آون ابتدا وزن خشک بوته، اندازه‌گیری و سپس ۶ برگ خشک (کوچک، متوسط و بزرگ) از بوته خشک را انتخاب و توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ وزن گردید. میانگین وزنی یک برگ به‌عنوان وزن خشک برگ بوته در نظر گرفته شد.

دستورعمل تعیین هم‌زیستی قارچ میکوریزا با ریشه گیاه حنا در آزمایشگاه

مواد لازم

۱-محلول FAA (الکل ۵۰ درصد به نسبت ۹۰ درصد حجمی + اسیداستیک تجاری به نسبت ۵ درصد حجمی + فرمالین ۳۵ درصد به نسبت ۵ درصد حجمی)

۲- KOH ۱۰ درصد

۳- HCL یک درصد

۴- محلول ۰/۰۱ درصد اسیدفوشین در اسیدلاکتیک(محلول رنگ‌آمیزی شامل ۸۷۵ میلی‌لیتر اسیدلاکتیک + ۶۳ میلی‌لیتر گلیسرین + ۶۳ میلی‌لیتر آب مقطر + ۰/۱ گرم اسیدفوشین)

روش انجام کار

۱-نمونه‌های ریشه را در محلول FAA نگهداری شدند.

۲- نمونه‌های نگهداری شده در FAA را به طور ملایم با آب مقطر شستشو داده تا بقایای آن از روی ریشه‌ها پاک شود.

۳- سپس ریشه‌ها، در بشر حاوی KOH ۱۰ درصد قرار داده شد و در حمام آبی در حرارت ۹۰ درجه به مدت یک ساعت (یا ده دقیقه در فشار ۱۵ اتمسفر در اتوکلاو) قرار گرفت.

۴- ریشه‌ها را سه بار با آب مقطر شستشو داده شد.

۵- ریشه‌ها به مدت ۱۰ تا ۲۰ دقیقه در بشر محتوی H2O2 قلیایی در حرارت معمولی اتاق قرار داده شد. این مرحله باعث سفید شدن بافت شد. (این محلول به طور روزانه و به مقدار نیاز تهیه شد).

۶- سپس نمونه‌ها سه بار با آب مقطرشستشو داده شد.

۷- سپس ریشه‌ها به مدت ۴ دقیقه در HCL یک درصد قرار داده شد. این مرحله باعث اسیدی شدن بافت ریشه می‌گردد.

۸- نمونه‌ها به مدت ۳۰ تا ۶۰ دقیقه در بشر محتوی محلول ۰/۰۱ درصد اسیدفوشین در اسیدلاکتیک در حمام آبی ۹۰ درجه (یا ده دقیقه در فشار ۱۵ اتمسفر در اتوکلاو) قرار گرفت.

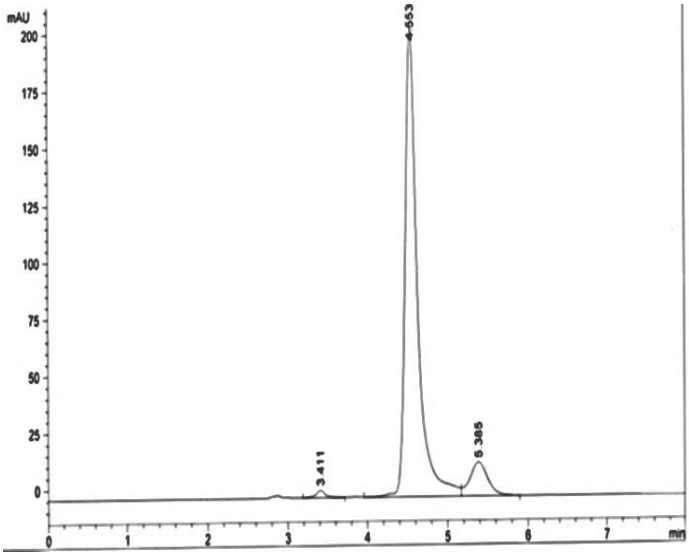
۹- سپس ریشه‌ها در محلول رنگ‌آمیزی قرار گرفت. پس از این مرحله نمونه‌های آلوده به قارچ به رنگ قرمز وشن تا صورتی مشاهده شد. (شکل۱)

اندازه‌گیری لاوسون

برای اندازه‌گیری عملکرد کیفی گیاه حنا، ماده موثره که لاوسون می‌باشد اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری میزان لاوسون برگ‌های حنا، ابتدا برگ‌های هر بوته را جدا کرده و در شرایط سایه خشک کرده سپس برگ‌ها، در آسیاب به صورت پودر در آورده شدند و در ظرف‌های کوچک دربدار قرار گرفتند.

1- *Formalin Acid Allcohol*
2- Trypan blue
3- Lacto Glycerol

شکل ۱- هم‌زیستی قارچ میکوریزا با ریشه گیاه حنا



شکل ۲- پیک مربوط به استاندارد لاوسون

برای عصاره‌گیری پودر حنا جهت اندازه‌گیری میزان لاوسون ابتدا ۰/۳ گرم از پودر را در میکروتیوب‌های ۲ میلی‌لیتری ریخته و با ۵ ساچمه هموزنایز اسپید[1] شد. در این مرحله ۱/۵ میلی‌لیتر متانول مخصوص دستگاه hplc[2] را در درون میکروتیوب ختم شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در حمام سونیکتیمی[3] گذاشته شد و در ادامه نمونه‌ها به مدت ۲ دقیقه و با دور rpm ۱۳۰۰۰ سانتریفیوژ شد. در مرحله آخر فاز رویی را جدا شد و پس از عبور از فیلتر سرنگی ۰/۲ به میکروتیوب جدید منتقل شد. فاز مایع مورد نیاز hplc شامل دو فاز متانول و اسیداستیک ۰/۱ مولار است که به نسبت ۷:۱۳ مورد استفاده قرار گرفت. بعد از آماده‌سازی ستون و هواگیری دستگاه توسط فاز مایع متانول، استاندارد لاوسون تهیه شده از شرکت وستاژن تزریق گردید. تزریق استاندارد به منظور دست‌یابی به پیک مربوط به این ترکیب و زمان نگهداری نمونه در ستون است. برای شناسایی لاوسون از طول موج ۲۸۰ نانومتر در دمای ۴۰ درجه‌سانتی 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 ۴/۵ تا ۴/۶ دقیقه (شکل۲) 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).

نتایج

نتایج تجزیه واریانس (جدول۳) نشان داد که تیمارهای آبیاری و کودی تأثیر شاخصی بر روی تمامی صفات مورد بررسی گذاشته است.

اثر متقابل تنش کم‌آبی و نوع کود تاثیر 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 × ورمی‌کمپوست) 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 تیمارهای کودی از عملکرد خوبی برخوردار بودند. اما میزان عملکرد بوته در تیمار I_3F_3 با سطح تنش کم‌آبی ۶۰ درصد تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (جدول۴).

بالاترین میزان کل لاوسون با مقدار ۶۹/۶ میلی‌گرم 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 (جدول۴).

تنش کم‌آبی از عوامل اصلی در افزایش درصد اسانس در اکثر گیاهان دارویی است (Omidbaigi et al., 1970). بنابراین با افزایش تنش کم‌آبی میزان لاوسون گیاه حنا افزایش یافت.

1- Homogenize Speed
2- *High Performance Liquid Chromatography*
3- Sonic bath

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات کمی و میزان لاوسون گیاه حنا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS) ارتفاع گیاه	وزن خشک یک برگ	تعداد برگ در بوته	قطر بوته	تعداد گره
تکرار	۲	۴۳/ ۴۷ns	۰/۰۰۰۱۳۵ns	۰/۵ns	۰/۰۲۱۶ns	۲/۰۲ns
تیمار کم‌آبی (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**	۰/۲۱۴۶ns	۱۳۰/۲*
خطا	۲۸	۱۸/۴	۰/۰۰۰۰۸	۱۳/۷	۰/۰۵۳	۵/۴۳

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS) میزان لاوسون	عملکرد بوته	میزان کل لاوسون	درصد کلونیزاسیون
تکرار	۲	۱/۷۶ns	۰/۰۸۲ns	۲۱/۲ns	۱۷/۲ns
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

جدول٤- مقایسه میانگین‌های اثر تنش خشکی و انواع کود بر صفات کمی و میزان لاوسون گیاه حنا

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

کاهش عملکرد گیاه حنا در طی بروز تنش کم‌آبی حتی تا سطح ۶۰ 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 × ورمی‌کمپوست (I_3F_3) به‌ترتیب

برابر با ۱۳/۲۸ و ۱۷/۸۸ میلی‌گرم در واحد وزن خشک برگ بوته است در حالی‌که میزان کل لاوسون تیمارها به‌ترتیب برابر با ۴۹/۹۴ و ۶۲/۶ میلی‌گرم در بوته گیاه حنا بود. در بین کودهای مصرفی بیش‌ترین میزان کل لاوسون مربوط به ورمی‌کمپوست در تلقیح با میکوریزا بود، به طوری‌که میزان کل لاوسون و عملکرد بوته، به‌ترتیب ۱۲/۵ و ۸۸/۷۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت. هم‌چنین میزان کل لاوسون در این تیمار نسبت به کود شیمیایی در شرایط تنش کم‌آبی حداکثر دارای افزایش ۳۹/۵ درصدی است که بیانگر برتری کود زیستی موردنظر در شرایط تنش آبی است (جدول۴).

با افزایش تنش آبی ارتفاع ساقه کاهش یافت که تیمار I_3F_3 با بیش‌ترین ارتفاع اندازه‌گیری شده بوته گیاه حنا (۱۰۸ سانتی‌متر) از برتری خوبی نسبت به دیگر تیمارها برخوردار است به طوری‌که با افزایش ۲۷ درصدی ارتفاع ساقه نسبت به کود شیمیایی در شرایط حداکثر تنش آبی از عملکرد خیلی‌خوبی برخوردار است (جدول۴).

در شرایط تنش آبی حداکثر کود زیستی ورمی‌کمپوست × میکوریزا با افزایش ۳۰ درصدی تعداد برگ در بوته نسبت به کود شیمیایی باز هم برتری کود زیستی موردنظر را نسبت به کود شیمیایی نشان می‌دهد (جدول۴).

ادامه جدول ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و انواع کود بر صفات کمی و میزان لاوسون گیاه حنا

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

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

در بررسی اثر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی بر روی گیاه دارویی سرخارگل مشاهده شد که کود ورمی‌کمپوست بر وزن خشک ساقه، گل، ریشه، عملکرد بیولوژیکی کل، تعداد گل در بوته اثر معنی‌داری دارد. استفاده از ورمی‌کمپوست ۴ 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 (Razavinia and et al., 2015).

در تحقیقی که به مطالعه و بررسی تأثیر قارچ میکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج در مناطق نیمه‌مرطوب انجام شد مشاهده شد که پنجه‌زنی، تعداد دانه در خوشه و ارتفاع برنج به طور قابل توجهی تحت تاثیر کلونیزاسیون ریشه که در نتیجه قارچ میکوریزا ایجاد می‌شود قرار نماید.

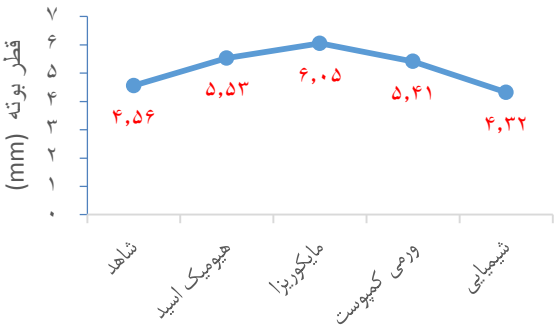
گرفت (Abdolahi and et al., 2015).

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 مطلوب‌تری 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

با افزایش تنش آبی قطر بوته گیاه حنا به میزان ۶/۷ درصد



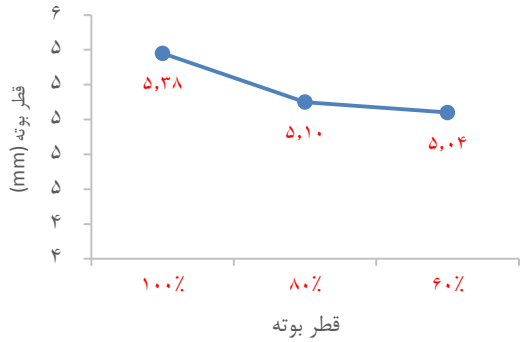
شکل ۳- اثر ساده تیمارهای کودی بر قطر ساقه

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 شد که تنها ایزوله‌های جداسازی شده از مناطق خشک منجر به افزایش جذب پتاسیم در گیاه میزبان شده‌اند (Bethlenfalvay and et al., 1998). طبق گزارش سونگ (Song., 2005)، 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 داشت.

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 (Amerian and et al., 2001). این قارچ‌ها می‌توانند بر تعادل آبی گیاه هم در هر شرایط تنش و هم دوره بدون تنش اثر گذاشته (Aliabadi and et al., 2008) و حتی تاثیر آن‌ها در شرایط تنش افزایش می‌یابد (Abo-Ghalia., 2008).

کاهش یافت (شکل۴) هم‌چنین در بین تیمارهای کودی تیمار F_3 از عملکرد بهتری نسبت به دیگر تیمارهای کودی برخوردار بود به طوری‌که با افزایش ۴۰ درصدی قطر بوته گیاه حنا در تیمار موردنظر نسبت به تیمار کود شیمیایی مشاهده شد که برتری کود زیستی (ورمی‌کمپوست و میکوریزا) نسبت به کود شیمیایی را نشان می‌دهد (شکل۳).

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 (Troehza and et al., 2003).



شکل ٤- اثر ساده سطوح مختلف تنش کم‌آبی بر قطر ساقه

بعد از قارچ میکوریزا، اسیدهیومیک از عملکرد خوبی در شرایط تنش کم‌آبی برخوردار بود به طوری‌که بیش‌ترین مقدار کل لاوسون و عملکرد بوته، به ترتیب (۶۸/۱ میلی‌گرم و ۳/۲۸ گرم) داشت (جدول۵).

نتایج بررسی اثرات مقادیر مختلف اسیدهیومیک بر روی گوجه‌فرنگی نشان داد که کاربرد ۱/۵ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک تاثیر به سزایی بر شاخص بیوماس، شاخص بریکس و وزن میوه داشت (Kamari and et al., 2013 و صالحی و همکاران ، ۲۰۱۱).

در آزمایش تاثیر اسیدهیومیک بر روی جذب روی و ضریب جذب روی در خاک انجام و مشاهده شد که اسیدهیومیک ضریب جذب لانگمویر[1] را تا ۲۱ درصد و ضریب جذب فروندلیچ[2] را تا ۹۵ درصد افزایش می‌دهد (Piri and et al., 2015). بنابراین اسیدهیومیک نیز بعد از قارچ میکوریزا توانسته است تاثیر شاخصی در کیفیت گیاه حنا و میزان لاوسون آن داشته باشد.

پلیمرهای اسیدهیومیک شبیه یک چسب آلی عمل می‌کنند و

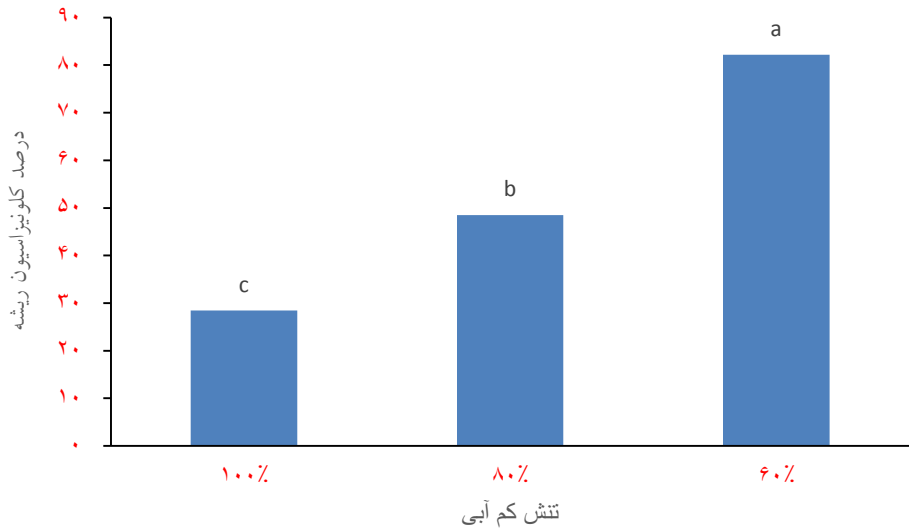
1- Langmuir
2- Freundlich

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 عامل کلیدی در اصلاح ساختار خاک‌ها هستند (Singer and et al., 1998). اسیدهیومیک با تولید بیش‌تر اسیدهای نوکلئیک و اسیدهای آمینه، تکثیر سلولی را درکل گیاه و به ویژه در ریشه‌ها افزایش می‌دهد (Durson and et al., 2002). اسیدهیومیک با اصلاح فیزیکی و بهبود دانه‌بندی خاک فضای بیش‌تری برای نفوذ آب ایجاد می‌کند. پیوند مولکول‌های اسیدهیومیک با مولکول‌های آب، تا حدود زیادی مانع از تبخیر آب می‌گردد. مولکول‌های فولویک‌اسید (بخش ریزمولکول از اسیدهیومیک) که به درون بافت‌های گیاهی نفوذ می‌کنند با پیوند شدن به مولکول‌های آب تعریق و تعرق گیاه را کاهش داده و به حفظ آب در درون گیاه کمک می‌کند (Bronick and et al., 2005). اسیدهیومیک با بهبود تولید قند، پروتیین و ویتامین در گیاه تاثیر مثبتی بر جنبه‌های مختلف فتوسنتز دارد به افزایش عملکرد و کیفیت محصول کمک می‌کند (Sharif and et al., 2002). این نتایج در مورد ذرت (Albuzio and et al., 2003) و گوجه‌فرنگی (Adani and et al., 2005). تایید شده است. بنابراین اسیدهیومیک بعد از قارچ میکوریزا توانسته است در شرایط تنش کم‌آبی از عملکرد خوبی برخوردار باشد.

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 (Aliabadi and et al., 2008). کارآیی مصرف آب درگیاهان همزیست با میکوریزا در مقایسه با گیاهان غیرهمزیست بیش‌تر است (Nagararhna and et al., 2007).نتایج حاصل از تاثیر تنش کم آبی بر میزان کلونیزاسیون ریشه در گیاه دارویی حنا نشان داد 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 (شکل۵).

در تحقیقی نیز با بررسی تاثیر 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 (Amerian and et al., 2001). 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 (Marulanda and et al., 2007).



شکل ۵- تاثیر سطوح تنش کم‌آبی بر درصد کلونیزاسیون ریشه

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج بدست آمده در این آزمایش می‌توان بیان کرد هر چند با کاهش میزان آب مصرفی و به‌تبع آن بروز تنش خشکی از عملکرد گیاه حنا کاسته می‌شود اما با قارچ میکوریزا، ورمی کمپوست

و هیومیک‌اسید که نوعی اسید آلی می‌باشد (در بالاترین سطح تنش)، می‌توان تا حد مطلوبی از بروز اثرات سو تنش خشکی بر عملکرد این گیاه کاست.

بنابراین با مصرف کودهای بیولوژیک و مدیریت کودهای مصرفی می‌توان در جهت کشاورزی پایدار گام مهمی برداشت و به عنوان یک جایگزین مناسب برای کودهای شیمیایی در گیاه دارویی حنا مطرح باشند.

منابع

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

حمیدپور،م.، فتحی،س. و روستا،ح. ۱۳۹۱. اثر زئولیت و ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های رشدی و غلظت برخی عناصر حنا، مجله علوم و فنون کشت گلخانه‌ای. ۴. ۱۳: ۵۶-۶۸

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

علیزاده،ا. ۱۳۸۶. اثرات میکوریزا در شرایط متفاوت رطوبت خاک بر جذب عناصر غذایی در ذرت. مجله علمی- پژوهشی، پژوهش در علوم کشاورزی. ۳. ۱:۱۰۱-۱۰۸.

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.

کرم‌پور،ف.و کازرانی،ن. ۱۳۹۴. بررسی تولید، بازاریابی و زمینه‌های صدور حنا، مرکز تحقیقات کشاورزی هرمزگان. ص.پ: ۷۹۱۴۵-۱۵۷۷

معلم،ا.ح.، عشقی‌زاده،ح.ر. ۱۳۸۶. کاربرد کودهای بیولوژیک: مزیت‌ها و محدودیت‌ها، خلاصه مقالات دومین همایش ملی بوم‌شناسی، ایران، گرگان.۴۷.

Abdolahi,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.

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.

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.

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.

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.

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.

Bethlenfalvay,G.J., Franson,R.L., Brownand,M.S and Mibara,K.L. 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.

Bronick,E.J., Lai,R. 2005. Soil structure and management : A review. Geoderma.124:3-22.

Bryla,D.R. and Duniway,J.M. 1998. The influence of the mycorrhiza Glomus etunicatum on drought acclimation on safflower and wheat. Plant and Soil. 104:87-96.

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.

Jeffries,P. 2001. Achievements in the past and autlook for the future of AMF. Research School of Biosciences, University Of kent. Canterbury. kent.

Kamari shahmaleki,S., Peyvast,G.H 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.

Li-Lin,X., George,E and Marschner,H. 1997. Extention of the phosphorus depletion zone in VAM mycorrhizal white clover in a calcareous soil. Plant and Soil. 136: 41-48.

Marulanda,A., Porcel,R., Barea,J.M., Azcon,R. 2007. Drought tolerance and antioxidant activities in

colonization of red clover and cucumber plants grown in a soil amended with composted urban wastes. Plant and Soil. 205: 85-92.

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.

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.

Sharma,A.K. 2002. Ahandbook of organic farming Agrobios. India. 627pp

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.

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.

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

Troehza loynachan,T.E. 2003. Endomycorrhizal fungi survival in continuous corn,soybean and fallow. Agronomy Journal. 95.1: 224-230.

lavender plants colonized by native drought tolerant or drought-sensitive Glomus Species. Microbial Ecology. 54: 543-552.

Mukerji,K.G and Chamola,B.P. 2003. Compendium of mycorrhizal research. A. P. H. Publisher. New Delhi. p. 310.

Munns,R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environment. 25:239-250

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.

Omidbaigi,R. 2007. Production and processing of medicinal plants. Behnashr pub. 340pp.

Philips,J.M. and Hayman,D.S. 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.

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.

Sainz,M.J., Taboada-Castro,M.T and Vilarino,A. 2003. Growth, mineral nutrition and mycorrhizal

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 5, Vol. 12, Des.-Jan. 2018, p. 1029-1040

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد ۱۲، آذر - دی ۱۳۹۷، ص. ۱۰۴۰-۱۰۲۹

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[2*], A.baghizadeh[3], H.Ansari[4]

Recived: Oct.12, 2017 Accepted: Nov.27, 2017

Abstract

In order to study the effect of biofertilizers, chemical fertilizers and water deficit stress on biological yield, lawson content and root colonization with mycorrhiza in henna[5] an experiment was conducted at research greenhouse of bam university in 2014 and 2015 growing seasons . The factors were 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 condition (100% W.R, 80% W.R and 60% W.R). 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 leaf and biological yield were obtained with application of mycorrhizae and vermicompost treatment (I_1F_3). With increasing stress severity, the highest weight of dry leaf (0.153g), No of leaf (171), Plant Height (120.33 cm) were obtained with in I_2F_3 and biological yield (5.21 g/plant) were obtained with application mycorrhizae and vermicompost treatment under 60% water requirement. The highest lawson content (69.6 mg) were obtained with in I_3F_3 treatment.The highest root clonization (82.2%) were obtained in I_3F_3 treatment. It seems that biofertilizers can consider as a replacement for chemical fertilizers in henna medicinal plant production.

Key words: Biological yield, Colonization, Humic acid, Mycorrhiza, Vermicompost

1- Ph.D, Student, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
2- Professor Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
3- Associate Professor, Department of Biotechnology, Institute of Science and High Technology and Environmental Sciences, Graduate University of Advanced Technology, Kerman-Iran
4- Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
(*- Corresponding Author Email: alizadeh@gmail.com)