ارزیابی اثر همزیستی میکوریزا بر ریخت‌شناسی ریشه و اندام هوایی دو رقم سورگوم در شرایط آبیاری با پساب

مریم صفار سبزوار[1*]، محمدرضا عامریان[2]، متین جامی معینی[3]، مصطفی حیدری[2]
۱. دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، دانشگاه صنعتی شاهرود، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، ۲. دانشیار، دانشگاه صنعتی شاهرود، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، ۳. استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، سبزوار، ایران

چکیده

به منظور ارزیابی اثر همزیستی میکوریزا بر ریخت‌شناسی ریشه و اندام هوایی دو رقم سورگوم در شرایط آبیاری با پساب، آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در گلخانه دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار انجام شد. نتایج نشان داد، آبیاری با پساب، باعث افزایش معنی‌دار شاخص کلروفیل برگ، وزن خشک ریشه، وزن خشک و تر اندام هوایی گیاه نسبت به تیمار شاهد گردید. آبیاری با پساب باعث افزایش معنی‌دار مجموع طول، سطح و حجم ریشه در رقم سیه‌زن گردید، اما تأثیر معنی‌داری بر طول و سطح ریشه رقم اسپیدفید نداشت. استفاده از پساب حجم ریشه اسپیدفید را کاهش داد. کاربرد میکوریزا مجموع طول ریشه، سطح ریشه، حجم ریشه و وزن خشک ریشه را در رقم سیه‌زن تحت تأثیر قرار نداد، اما باعث کاهش معنی‌دار این صفات در رقم اسپیدفید گردید.

کلمات کلیدی: پساب، رقم، ریخت‌شناسی، سورگوم، میکوریزا

مقدمه

کمبود آب اصلی‌ترین محدودیتی است که تولید علوفه و پایداری عملکرد را در اغلب نواحی خشک و نیمه خشک، تحت تأثیر قرار می‌دهد (Shao et al.; 2009). به دلیل توسعه شهرها و افزایش سرانه مصرف آب، روزانه حجم زیادی پساب فاضلاب تولید می‌شود، استفاده صحیح از این منبع در بخش کشاورزی علاوه بر گسترش سطح زیر کشت و افزایش تولید محصولات زراعی، از آلودگی محیط زیست نیز جلوگیری می‌کند. اغلب گیاهان زراعی در صورت آبیاری با فاضلاب، عملکرد بیشتری تولید نموده و نیاز کمتری به کودهای شیمیایی دارند، لذا مقداری از هزینه‌های تولید کاهش می‌یابد (Barau et al.; 1987). رضوانی‌مقدم و میرزایی‌نجم‌آبادی (۱۳۸۸)، در بررسی نسبت‌های مختلف فاضلاب تصفیه شده بر خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، سورگوم و ارزن علوفه‌ای گزارش کردند که پساب موجب افزایش ارتفاع بوته و عملکرد علوفه خشک گیاه سورگوم گردید. یکی از مهمترین اثرات قارچ‌های میکوریزا، افزایش عملکرد گیاه زراعی به ویژه در خاک‌هایی با حاصلخیزی پایین است. اگرچه این قارچ دارای مزایای چندگانه دیگری برای گیاه است، اما در برخی موارد نیز می‌تواند رشد آن را کاهش دهد (Lerat et al.; 2003) با توجه به اهمیت کاربرد کودهای زیستی در تولید محصولات زراعی و نیاز به انجام تحقیقات بیشتر در خصوص ارزیابی پاسخ گیاهان زراعی به کاربرد کودهای زیستی، همچنین بحران کمبود آب و کمبود عناصر مغذی، پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر همزیستی میکوریزا بر ریخت‌شناسی ریشه و اندام هوایی دو رقم سورگوم در شرایط آبیاری با پساب انجام گرفت.

مواد و روش ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۵ در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. فاکتورهای مورد مطالعه شامل: کود زیستی در دو سطح (مصرف و عدم مصرف قارچ میکوریزا آربسکولار)، آبیاری در سه سطح (آبیاری با آب معمولی در تمام مراحل رشد،

آبیاری با آب معمولی و پساب به صورت یک در میان و آبیاری با پساب در کل دوره رشد) و دو رقم سورگوم علوفه‌ای اسپیدفید و رقم محلی سیه‌زن سبزواری بودند. جهت انجام آزمایش از ۴۸ گلدان استفاده شد. مایه تلقیح قـارچ (*Glomus mosseae*) به ازای هر گلدان میزان ۳۰۰ گرم با خاک مخلوط و در زیر بذرها به صورت لایه‌ای به ضخامت حدود ۳ سانتی‌متر اضافه شد. پساب مورد استفاده در این پژوهش از خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب شهرستان سبزوار، تهیه شد. ابتدا تعداد ۱۰ بذر در هر گلدان کشت شد سپس تراکم بوته‌ها به ۵ بوته در هر گلدان کاهش یافت. رشد گیاهان تا یک ماه پس از آغاز رشد زایشی ادامه یافت. تعیین شاخص کلروفیل با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر(SPAD-502 Minolta, Osaka, japan) قبل از برداشت از برگ‌های گیاه انجام شد. به منظور اندازه‌گیری ویژگی‌های ریخت شناسی ریشه، پس از اندازه‌گیری ارتفاع ساقه، ابتدا بوته‌های سورگوم به صورت کامل از خاک خارج شده و به دو بخش ریشه و ساقه تفکیک شدند. سپس ریشه‌ها برای بررسی خصوصیات مورفولوژیکی به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه وزن تر ریشه و ساقه با ترازوی حساس اندازه‌گیری شد. در آزمایشگاه، ریشه‌ها با قرار گرفتن در محلول متیل بنفش رنگ‌آمیزی و سپس توسط سیستم آنالیز ریشه Delta-T SCAN (DTS-UM-1)جهت اندازه‌گیری خصوصیات ریشه اسکن شدند. پس از بررسی خصوصیات مورفولوژی ریشه، نمونه‌های ریشه و اندام هوایی جهت تعیین وزن خشک به آون به مدت ۴۸ ساعت و با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد منتقل گردید. وزن خشـک ریشه‌ها و ساقه‌ها بـا تـرازوی حسـاس تعیین شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.4 انجام شد. جداول و نمودارها با برنامه‌های Word و Excel ترسیم شدند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن و در سطح آماری ۵ درصد انجام شد.

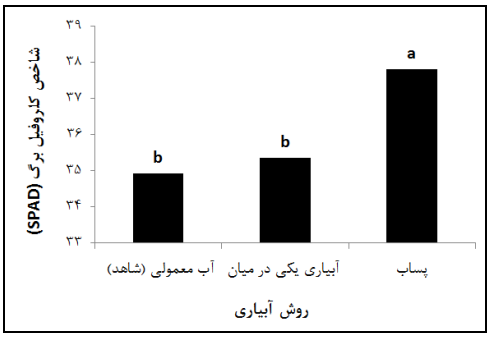
نتایج و بحث

صفات رشدی اندام هوایی

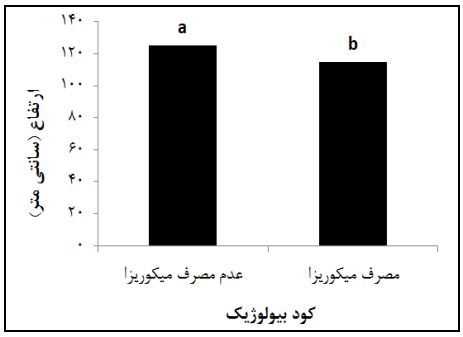
آبیاری با پساب تصفیه شده فاضلاب در تمام دوره رشد باعث افزایش معنی‌دار شاخص کلروفیل برگ نسبت به تیمار شاهد شد. بیشترین شاخص کلروفیل در تیمار آبیاری با پساب تصفیه شده فاضلاب مشاهده شد (شکل۱). پساب فاضلاب شهری منبعی سرشار از عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و دیگر عناصر ضروری برای رشد گیاهان است (Ortas, 1996). در پژوهشی که توسط اسماعیلیان و همکاران (۱۳۸۸)، بر روی گیاه ذرت انجام شد، مشخص گردید که آبیاری با پساب تاثیر معنی‌داری بر میزان کلروفیل برگ‌ها دارد و سبب افزایش کلروفیل به میزان ۲۲/۵۴ درصد در مقایسه با کاربرد آب آبیاری معمولی در برگ‌های ذرت گردید.

نتایج نشان داد، در شرایط عدم مصرف میکوریزا تیمارها از ارتفاع بیشتری برخودار بودند. این کاهش ارتفاع احتمالاً به دلیل رقابت میکوریزا با گیاه برای دسترسی به مواد فتوسنتزی می‌باشد. همزیستی با میکوریزا همواره سبب بهبود رشد گیاه نمی‌گردد و در برخی موارد می‌تواند دارای اثرات منفی بر خصوصیات رشدی داشته باشد. اردکانی و همکاران (۱۳۹۱)، گزارش کردند که صفت ارتفاع گیاه برنج در تلقیح با قارچ میکوریزا کاهش یافت. در همین راستا ابوطالبیان و خلیلی (۱۳۹۳)، کاهش ارتفاع گیاه سویا را در اثر تلقیح با میکوریزا گزارش کردند.

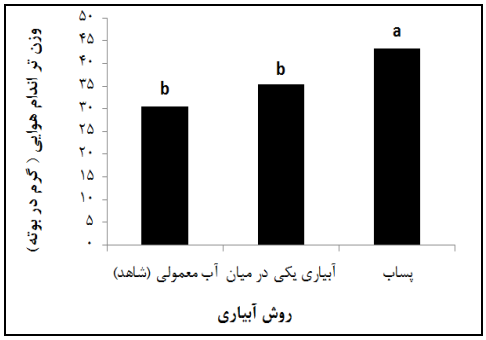
تیمار آبیاری با پساب تصفیه شده فاضلاب در تمام دوره رشد، بیشترین وزن اندام هوایی را دارا بود. نتایج پژوهش Day and Tucker (1977) بر روی گیاه سورگوم نشان داد که آبیاری با فاضلاب باعث افزایش عرض برگ شده و میزان عملکرد دانه را افزایش می‌دهد. استفاده از پساب فاضلاب در کل دوره رشد و همچنین آبیاری به صورت یک در میان با پساب، باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی در مقایسه با شاهد گردید. بیشترین وزن خشک اندام هوایی در شرایط آبیاری با پساب تولید شد (شکل ۴). Taha *et al.*,(2002)، گزارش کردند که آبیاری سورگوم با فاضلاب در مقایسه با آب معمولی به صورت معنی‌داری سبب افزایش عملکرد ماده خشک و ارتفاع بالای گیاه می‌شود.



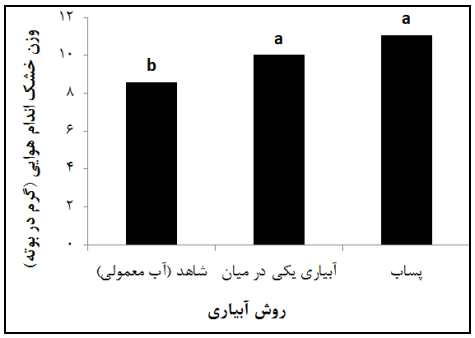
شکل ۱. اثر روش آبیاری بر شاخص کلروفیل گیاه سورگوم



شکل ۲. اثر کود بیولوژیک بر ارتفاع گیاه سورگوم



شکل ۳. اثر روش آبیاری بر وزن تر اندام هوایی گیاه سورگوم



شکل ۴. اثر روش آبیاری بر وزن خشک اندام هوایی گیاه سورگوم

صفات رشدی ریشه

با توجه به نتایج مقایسات میانگین، آبیاری با پساب بیشترین و تیمار شاهد کمترین وزن خشک ریشه را به خود اختصاص دادند (شکل ۵). می‌توان اظهار کرد، کاربرد فاضلاب با بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک، بـه رشـد و توسعه بیشتر ریشه کمک می‌کند. Amin *et al.*, (2009)، نیز نتایج مشابهی گزارش کردند. آن‌ها علت افزایش وزن خشک ریشه گیاه باقلا را با کاربرد کمپوست لجن فاضلاب، به علت افزایش تقسیم سلولی مربوط دانسته‌اند. همانگونه که عکس‌العمل گیاهان نسبت به گونه‌های میکوریزا می‌تواند متفاوت باشد عکس‌العمل ارقام مختلف سورگوم در تلقیح با میکوریزا قابل تأمل است. بیشترین وزن خشک ریشه در رقم اسپیدفید و در شرایط عدم تلقیح با قارچ میکوریزا مشاهده گردید. وزن خشک ریشه رقم اسپیدفید در شرایط عدم کاربرد میکوریزا به طور معنی‌داری بیشتر از شرایط تلقیح با میکوریزا بود (جدول ۱).

با توجه به شکل ۶، مصرف کود زیستی باعث کاهش معنی‌دار سطح ریشه در گیاه سورگوم شد. عدم تلقیح مایکوریزا در هر دو رقم سورگوم باعث افزایش معنی‌دار مجموع سطح ریشه در مقایسه با شرایط تلقیح مایکوریزا گردید. بیشترین مجموع سطح ریشه در شرایط عدم استفاده از کود زیستی و در رقم اسپیدفید مشاهده شد (جدول ۱).

شکل ۶. اثر کود بیولوژیک بر مجموع سطح ریشه گیاه سورگوم

شکل ۵. اثر روش آبیاری بر وزن خشک ریشه گیاه سورگوم

جدول ۱. نتایج مقایسات میانگین اثرات متقابل رقم و کود بیولوژیک

رقم	کودبیولوژیک	وزن خشک ریشه	مجموع سطح ریشه	حجم ریشه	مجموع طول ریشه
اسپیدفید	عدم مصرف	۲/ ۷۵۳ a	۲۸۱/۶۵ a	۶۳/۶۴۴a	۴۰/۴۴۲a
	مصرف	۲/۰۷۴ b	۱۹۷/۵۷ c	۴۳/۸۰۷c	۲۶/۹۹۲c
سیه‌زن	عدم مصرف	۲/۰۳۵ b	۲۳۴/۳۲ b	۵۴/۵۲۹b	۳۳/۲۴۹b
	مصرف	۲/۰۰۶ b	۲۰۸/۷۸ c	۴۴/۸۹۲c	۳۰/۶۷۳b

* در هر ستون، تیمارهای دارای حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

بر اساس تحقیقات Fallik and Okon., (1988)، استفاده کودزیستی در گیاه ذرت، باعث کاهش وزن خشک اندام هوایی و کاهش سطح ویژه ریشه گردید. نتایج مقایسات میانگین نشان داد که در شرایط عدم تلقیح کود زیستی، استفاده از پساب، منجر به افزایش مجموع سطح ریشه نسبت به شاهد شد (جدول ۲). رقابت بر سر کسب منابع غذایی بین جمعیت میکروبی خاک و گیاه تلقیح شده با میکوریزا در شرایط آبیاری با پساب، رشد ریشه را کاهش داده است.

جدول ۲. نتایج مقایسات میانگین اثرات متقابل کود بیولوژیک و روش آبیاری

کودبیولوژیک	شیوه آبیاری	مجموع سطح ریشه	حجم ریشه	مجموع طول ریشه
عدم مصرف	آب معمولی	۱۹۱/۱۲ c	۳۹/۰۶۵ d	۲۸/۶۴۶ c
	آبیاری یکی در میان	۳۱۴/۰۳ a	۷۸/۹۹۵ a	۴۴/۶۳۳ a
	پساب	۲۶۸/۸۱ b	۵۶/۲ b	۳۷/۲۵۸ b
مصرف	آب معمولی	۲۰۵/۴۱ c	۴۷/۷۳ c	۲۷/۸۷۳ c
	آبیاری یکی در میان	۱۵۰/۲۳ d	۳۱/۹۱ e	۲۱/۶۰۵ d
	پساب	۲۵۳/۸۷ b	۵۳/۴۰۸ bc	۳۷/۰۲ b

*در هر ستون، تیمارهای دارای حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

حجم ریشه رقم اسپیدفید در شرایط عدم مصرف میکوریزا به طور قابل توجهی بیشتر از رقم سیه‌زن بود. هر دو رقم سورگوم در شرایط عدم همزیستی با میکوریزا حجم ریشه بیشتری را نسبت به شرایط تلقیح میکوریزا تولید کردند. بیشترین حجم ریشه در رقم اسپیدفید و در شرایط عدم حضور میکوریزا بدست آمد (جدول ۱). آبیاری با پساب در کل دوره رشد باعث کاهش معنی‌دار حجم ریشه رقم اسپیدفید و افزایش معنی‌دار حجم ریشه رقم سیه‌زن در مقایسه با سایر روش‌های آبیاری گردید (جدول ۳). به نظر می‌رسد بهبود تغذیه گیاه و افزایش نیتروژن و کربن آلی خاک در شرایط استفاده از پساب باعث

رشد ریشه گیاه شده است. همچنین در شرایط عدم تلقیح کود بیولوژیک و آبیاری به صورت یکی در میان گیاهان بیشترین میزان حجم ریشه را تولید کردند (جدول ۲).

جدول ۳. نتایج مقایسات میانگین اثرات متقابل رقم و روش آبیاری

رقم	شیوه‌ی آبیاری	مجموع سطح ریشه	حجم ریشه	مجموع طول ریشه
اسپیدفید	آب معمولی	۲۴۵/۰۲ b	۵۷/۴۴۹ b	۳۳/۶۸۳ b
	آبیاری یکی در میان	۲۴۱/۲۳ b	۵۷/۷۲۹ b	۳۳/۱۹۵ b
	پساب	۲۳۲/۵۷ b	۴۵/۹۹۹ c	۳۴/۲۷۳ b
سیه‌زن	آب معمولی	۱۵۱/۵ c	۲۹/۳۴۶ d	۲۲/۸۳۶ c
	آبیاری یکی در میان	۲۲۳/۰۳ b	۵۳/۱۷۶ b	۳۳/۰۴۳ b
	پساب	۲۹۰/۱۱ a	۶۶/۶۰۹ a	۴۰/۰۰۵ a

* در هر ستون، تیمارهای دارای حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و کود بیولوژیک، بیشترین مجموع طول ریشه در رقم اسپیدفید و در شرایط عدم تلقیح میکوریزا مشاهده شد. رقم سیه‌زن در شرایط مصرف میکوریزا نسبت به شرایط مشابه در رقم اسپیدفید از طول ریشه بیشتری برخوردار بود (جدول ۱). مقایسات میانگین اثر متقابل کود بیولوژیک و روش آبیاری نشان داد که عدم استفاده از میکوریزا و آبیاری با پساب فاضلاب به صورت یکی در میان، باعث تولید بیشترین مجموع طول ریشه نسبت به سایر تیمارها شد (جدول ۲). تیمارهای آبیاری با پساب در کل دوره رشد گیاه، مجموع طول ریشه گیاه را نسبت به شاهد در شرایط تلقیح و عدم تلقیح با میکوریزا، افزایش داد. بر اساس نتایج مقایسات میانگین اثر متقابل رقم و روش آبیاری، در رقم سیه‌زن، مصرف پساب، منجر به افزایش معنی‌دار طول ریشه نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۳).

نتیجه گیری

بر اساس یافته‌های این پژوهش، بر اساس یافته‌های این پژوهش می‌توان گفت که آبیاری با پساب بـه واسطه وجود عناصر غـذایی، موجب رشد و بهبود مشخصه‌های اندام هوایی گیاه نسبت به شرایط تیمار آب معمولی گردیده است. بنابراین از آنجا که کاشت سورگوم اغلب به منظور تغذیه دام می‌باشد و با توجه به مشکل کمبود آب در استان خراسان رضوی، استفاده از پساب تصفیه شده فاضلاب و کاشت رقم سیه‌زن، قابل توصیه می‌باشد. با توجه افزایش صفات رشدی گیاه سورگوم در شرایط عدم مصرف کود بیولوژیک و آبیاری با پساب، جهت حصول بهترین نتیجه، کاربرد همزمان کود بیولوژیک و پساب توصیه نمی-گردد.

منابع

ابوطالبیان، م. وخلیلی، م. ۱۳۹۳. اثر میکوریزا آرباسکولار و برادی رایزوبیوم بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا تحت تنش کم آبی. نشریه علوم گیاهان زراعی، جلد چهل و پنج ام، شماره۲، صفحه‌های ۱۸۱-۱۶۹.

اردکانی، م.، رجایی، ف. و حیدری، ش. ۱۳۹۱. اثر کود بیولوژیک حاوی میکوریزا آربوسکولار بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف برنج. مجله اکوفیزیولوژیکی گیاهی، جلد چهارم، شماره۲، صفحه‌های ۱۳-۱.

اسماعیلیان، ی.، حیدری، م. و قنبری، ا. ۱۳۸۸. بررسی کاربردپساب تصفیه شده فاضلاب شهر زابل به همراه کودهای دامی و شیمیایی بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه و تنظیم کننده‌های اسمزی ذرت *KoSc704*. مجله تحقیقات زراعت آب و خاک ایران، جلد دوم، شماره ۴۰، صفحه‌های ۱۱۷-۱۱۱.

توسلی،ا. قنبری، ا. ، حیدری، م.، پایه گذار، ی. و اسماعیلیان، ی. ۱۳۸۹. اثر فاضلاب تصفیه شده همراه با مقادیر مختلف کودهای دامی و شیمیایی بر غلظت عناصر و عملکرد ذرت. نشریه آب و فاضلاب، جلد بیست و یکم، شماره ۷۵، صفحه-های ۴۴-۳۷.

رضوانی مقدم، پ و میرزایی‌نجم‌آبادی، م. ۱۳۸۸. تاثیر نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب تصفیه شده بر خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، سورگوم و ارزن علوفه‌ای. مجله پژوهش‌های ایران، جلد هفتم، شماره ۱. صفحه‌های ۷۴-۶۳.

Amin, A.W., F.K. Sherif, H. El-Atar and H. Ez-Eldin. 2009. Effect of residual and accumulative sewage sludge on heavy metals bioaccumulation: Gene action and some yield parameters of Vicia faba. Res. J. Environ. 60-75.

Barau, R.B., R. Sheikh, R. Cort, R. Cooper, and D. Ryrie. 1987. Reclaimed water for irrigation of vegetables eaten raw. Calif. J. of Agricultural Sci., 41(7-8): 4-7.

Day. A.D., T.C. Tucker. 1977. Effects of treated wastewater on growth, fiber, protein and amino acid content of sorghum grain. J. Environ. Qual. 6 (3): 325-327.

Fallik . E. and Ok on . y . 1988. Growth response of maize roots to azospirilium inoculation : Effect of soil organic matter content, Number of rhizosphere bacteria and and timing of inoculation . Soil Biol. Biochem , 20 , 24 , 49.

Lerat, S., L. Lapointe, Y. Piche, and H. Vierheilig. 2003. Variable carbonsink strength of different Glomus mosseae strains colonizing barley roots. Canadian Journal of Botany, 81: 886–889.

Meli, S., M. Porto, A. Belligno. S.A. Bufo. A. Mazzatura and A. Scopa. 2002. Influence of Irrigation with Lagooned Urban Wastewater on Chemical and Microbiological Soil Parameters in a Citrus Orchard under Mediterranean Condition. The Sci. of the Total Environ. 285: 69-77.

Secilia, J, and D.J. Bagrayaj. 1992. Selection of efficient vesicular- arbuscular mycorrhiza fungi for wetland rice.Biol. Fertil. Soil. 13: 108-111.

Shao, H.B., L.Y. Chu, C.A. Jaleel, P. Manivannan, R. Panneerselvam and M.A. Shao. 2009. Understanding water deficit stress-induced changes in the basic metabolism of higher plants biotechnologically and sustainably improving agriculture and the ecoenvironment in arid regions of the globe. Crit. Rev. Biotechnol. 29: 131-151.

Taha, I. M., N. B. Hamza, and M. N. Malik. 2002. Utilization of treated sewage water forage production. Proceeding of International Symposium on Environment Pollution Control and Waste Management. Tunis. 7(10): 560-572.

Evaluation of the effect of mycorrhizal symbiosis on the morphology of root and shoot of two cultivars of sorghum under irrigation conditions with wastewater

Abstract

In order to evaluate the effect of mycorrhizal symbiosis on the morphology of root and shoot of two cultivars of sorghum in irrigated with wastewater, a factorial experiment in a randomized complete block design with four replications was carried out in greenhouse of Islamic Azad University of Sabzevar. Results showed that irrigation with wastewater significantly increased leaf chlorophyll index, root dry weight and shoot wet and dry weight compared with control treatment. Irrigation with wastewater significantly increased total root length, root area and root volume in Syahzan cultivar but had no significant effect on root length and area in Speedfeed cultivar. Using of wastewater decreased root volume in Speedfeed cultivar. Application of Mycorrhizae had no effect on total root length, root area, root volume and root dry weight of Syahzan cultivar, but significantly decreased them in Speedfeed cultivar.

Keywords: cultivar, morphology, Mychorrizae, sewage, sorghum