



بررسی اثر میکوریزا بر کیفیت باکتریایی خاک و دو رقم سورگوم در شرایط آبیاری با پساب

مریم صفار سبزواری^{۱*}، محمدرضا عامریان^۲، متین جامی معینی^۳، مصطفی حیدری^۲

۱ و ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود و

۳- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزواری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، سبزواری، ایران

چکیده

به منظور بررسی اثر میکوریزا بر کیفیت باکتریایی خاک و 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 سبزواری انجام شد. نتایج نشان داد، استفاده از رقم سیه‌زن در روش تناوب پساب و آب معمولی، کلی فرم کل و مدفوعی خاک را کاهش داد. همچنین عدم تلقیح میکوریزا در رقم سیه‌زن باعث افزایش قابل توجه کلی فرم کل و کلی فرم مدفوعی در اندام هوایی گیاه گردید. مصرف میکوریزا در روش آبیاری یکی در میان، باعث کاهش کلی فرم کل و کلی فرم مدفوعی خاک گردید. تعداد کلی فرم مدفوعی گیاه در شرایط تناوب پساب و آب معمولی و تلقیح میکوریزا کاهش یافت. نتایج نشان داد که با گذشت زمان روزانه تعداد باکتری‌های شاخص آلودگی در خاک کاهش یافت. استفاده از قارچ میکوریزا سرعت کاهش میزان کلی فرم مدفوعی را در خاک افزایش داد.

کلمات کلیدی: فاضلاب تصفیه شده، آلودگی خاک، سورگوم علوفه‌ای، کلی فرم کل، کلی فرم مدفوعی

مقدمه

به دلیل رشد بی‌رویه جمعیت و کاهش منابع آب، بازیابی و استفاده از فاضلاب شهری در سال‌های اخیر به خصوص در کشورهای خشک و نیمه‌خشک در حال افزایش است (Hashemi et al.; 2010). در کنار مزایای متعدد استفاده از آبهای بازیافتی در کشاورزی مخاطراتی نیز متصور است، یکی از این مخاطرات میکروب‌های بیماری‌زا می‌باشد که در پساب یافت می‌شوند (Asano & Levine, 1996). استفاده از باکتری‌های کلی فرم مدفوعی به عنوان یک شاخص آلودگی توسط برخی از دانشمندان یک شاخص بهتری نسبت به کلی فرم کل است زیرا کلی فرم‌های کل ممکن است شامل گونه‌هایی باشند که مربوط به مواد مدفوعی نباشند (Hutchison et al.; 2004).

Weinberg et al.; (2004) در پژوهشی بهداشت و سلامت را در علوفه‌هایی که با پساب شهری آبیاری می‌شدند مورد بررسی قرار دادند و اعلام کردند، در میان ۱۴ نمونه تنها در ۲ نمونه باکتری اشرشیاکلی و سالمونلا وجود داشت. همچنین عالی‌نژادپان و همکاران (۱۳۹۱)، در بررسی کیفیت باکتریایی خاک و ذرت آبیاری شده با فاضلاب تصفیه شده شهری، دریافتند که با گذشت زمان روزانه تعداد باکتری‌های شاخص آلودگی در خاک به مقدار ۵۳٪ کاهش می‌یابد.

از آنجایی که قارچ‌های میکوریزا جزء مهم سیستم خاک-گیاه را تشکیل می‌دهند، کارایی گیاهان در فرایند گیاه پالایی در صورت همزیستی با این میکروارگانیسم‌های مفید خاکزی می‌تواند تشدید شود (صالحی و همکاران، ۱۳۹۲). لذا این پژوهش با هدف ارزیابی اثر میکوریزا بر کیفیت باکتریایی خاک و دو رقم سورگوم علوفه‌ای و تعیین اثرات فاضلاب تصفیه شده در مقایسه با آب معمولی، اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۵ در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزواری 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. مایه تلقیح قارچ (*Glomus mosseae*) شامل خاک، بقایای ریشه‌ای و اندام قارچ بود. به ازای هر گلدان میزان ۳۰۰ گرم مایه تلقیح با خاک مخلوط شد. ابتدا تعداد ۱۰ بذر در هر گلدان کشت شد و پس از سبز شدن بوته‌ها، تراکم بوته‌ها به ۵ بوته در هر گلدان کاهش یافت. رشد گیاهان تا یک ماه پس از آغاز رشد زایشی ادامه یافت. پساب مورد استفاده در این پژوهش از خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب شهرستان سبزوار، تهیه و توسط مخزن به محل گلخانه منتقل شد. نمونه پساب قبل از شروع آزمایش برای تعیین برخی خصوصیات شیمیایی و میزان بار میکروبی به آزمایشگاه منتقل شد. در انتهای فصل رشد و یک روز بعد از اتمام آخرین مرحله آبیاری از وسط گلدان‌های آبیاری شده با پساب و آب معمولی، با استفاده از قاشق فلزی استریل خاک سطحی کنار زده شد و بلافاصله ۱۰ گرم خاک از عمق ۵-۰ سانتی‌متری خاک مربوطه برداشته و در ظروف و شیشه‌های استریل جمع‌آوری و در ظرف حاوی یخ نگهداری شدند و سریعاً جهت تجزیه میکروبی مورد استفاده قرار گرفتند. برای تجزیه باکتریایی گیاه، در انتهای فصل رشد و ۲۴ ساعت پس از اتمام آبیاری نهایی گلدان‌ها، به صورت تصادفی بوته‌هایی انتخاب گردید و سطح برگ‌ها با آب استریل شسته و محلول حاصل از شستشو در ظروف استریل جمع‌آوری گردید و باکتری‌های آن با روش بیشترین شمارش احتمالی (MPN) شمارش شدند. 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 بحث

نتایج تجزیه باکتریایی پساب تصفیه شده (جدول شماره ۱) نشان داد مقادیر کلی‌فرم‌های کل و مدفوعی از حد مجاز برای استفاده در کشاورزی پایین‌تر بود لیکن BOD و COD در فاضلاب تصفیه شده بالاتر از حد استاندارد توصیه شده برای مصارف کشاورزی بود که نشانگر اکسیداسیون ناقص پساب تصفیه‌خانه سبزوار می‌باشد. (Al-Sáed (2007 در پژوهش خود بیان نمود که حتی زمانی که BOD به مقادیر پایین کاهش می‌یابد فاضلاب تصفیه شده ممکن است هنوز محتوی مقادیر بالای باکتری-های بیماری‌زا نظیر پروتوزوا، و تخم انگل باشند که با توجه به دستورالعمل بهداشت جهانی، برای آبیاری محدود قابل پذیرش است.

جدول شماره ۱. شاخص‌های کیفیت پساب مورد استفاده و مقایسه با استاندارد های توصیه شده برای کشاورزی توسط سازمان حفاظت

محیط زیست

معیار اندازه‌گیری شده	پساب	مرز استاندارد برای مصارف کشاورزی
BOD (mg/l)	۱۴۱	۱۰۰
COD (mg/l)	۲۵۶	۲۰۰
کلی‌فرم کل (MPN/100ml)	۲۶۰	۱۰۰۰
کلی‌فرم مدفوعی (MPN/100ml)	۲۶۰	۴۰۰

کلی‌فرم کل و مدفوعی خاک

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی رقم و کودزیستی و روش آبیاری همچنین اثر متقابل دو جانبه و سه جانبه آنها بر میزان کلی‌فرم کل و مدفوعی خاک معنی‌دار بودند (جدول ۲). نتایج مقایسات اثر متقابل سه‌گانه در جدول ۶ آورده شده است.

نتایج آزمایشات باکتریایی خاک و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تلقیح میکوریزا در رقم اسپیدفید باعث کاهش کلی‌فرم کل و مدفوعی خاک نسبت به رقم سیه‌زن گردید (جدول ۳). استفاده از رقم سیه‌زن در روش تناوب پساب و آب معمولی، کلی‌فرم کل و مدفوعی خاک را به میزان قابل توجهی کاهش داد. این درحالی است که در رقم اسپیدفید بین روش‌های

مختلف آبیاری اختلاف آماری قابل توجهی در میزان کلی فرم مدفوعی خاک مشاهده نشد (جدول ۴). همچنین مصرف میکوریزا در روش آبیاری یکی در میان، باعث کاهش کلی فرم کل و کلی فرم مدفوعی خاک نسبت به شرایط استفاده از پساب در کل دوره رشد گردید (جدول ۵).

Tate (1978)، نیز در پژوهش خود نشان داد که بقایای باکتری‌های کلی فرم مدفوعی معمولا در خاک‌های آلی نسبت به خاک‌های معدنی بالا می‌رود که دلیل آن می‌تواند به علت حضور مواد آلی در خاک‌های آلی باشد. (Erfani et al., 2002) در تحقیق خود دریافته‌اند که تعداد کلی ریزجانداران و باکتری‌های نوع کلی فرم در تیمارهایی که با پساب فاضلاب و تناوب پساب و آب معمولی آبیاری شده بودند در لایه ۵-۰ سانتی متری خاک افزایش معنی داری داشتند.

جدول ۲. خلاصه نتایج تجزیه واریانس اثر میکوریزا بر کیفیت باکتریایی خاک و دو رقم سورگوم در شرایط آبیاری با پساب

میانگین مربعات				درجه	منبع تغییرات
کلی فرم مدفوعی گیاه	کلی فرم کل گیاه	کلی فرم مدفوعی خاک	کلی فرم کل خاک	آزادی	
۱/۶۷	۷ **	۰/۴۵	۱/۱۰	۳	بلوک
۱۳۷/۲۸ **	۱۹۱/۶۸ **	۲۴/۴۲ **	۹۴۶/۴۳ **	۱	رقم
۱۳۷/۲۸ **	۲۵۳/۷۴ **	۶/۱۰ *	۱۰۷۹/۱۱ **	۱	کود زیستی
۱۳۱/۷۲ **	۱۱۲/۵۲ **	۶۵/۶۲ **	۱۳۶۱/۳۹ **	۲	روش آبیاری
۱۳۷/۲۸ **	۲۱۷/۲۱ **	۶/۱۰ *	۱۶۱۲ **	۱	رقم × کود زیستی
۱۳۱/۷۲ **	۵۵/۲۵ **	۴۷/۳۱ **	۱۶۷۵/۴۲ **	۲	رقم × روش آبیاری
۱۳۱/۷۲ **	۱۰۶/۶۷ **	۶/۱۰ **	۱۳۲۶/۸۷ **	۲	کود زیستی × روش آبیاری
۱۳۱/۷۲ **	۵۱/۵۳ **	۶/۱۰ **	۱۲۹۱/۲۵ **	۲	رقم × کود زیستی × روش آبیاری
۰/۸۰	۰/۴۹	۰/۸۷	۴/۹۰	۳۳	خطای آزمایش
۱۹/۸۹	۱۶/۸	۲۱/۵۷	۱۰/۴۶		ضریب تغییرات (/)

**، * و ns به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ معنی دار و بدون اختلاف معنی دار می‌باشد

جدول ۳. اثر متقابل رقم و کود بیولوژیک بر کیفیت باکتریایی خاک و گیاه سورگوم

رقم	کود بیولوژیک	کلی فرم کل خاک	کلی فرم مدفوعی خاک	کلی فرم کل گیاه	کلی فرم مدفوعی گیاه
انسیدفید	عدم مصرف	۱۳/۶۶ b	۳/۶۶ b	۴ b	۳ b
	مصرف	۹ c	۳/۶۶ b	۳/۶۶ b	۳ b
سیه‌زن	عدم مصرف	۷/۶۶ c	۴/۳۳ b	۱۲ a	۹/۰۸ a
	مصرف	۵۴/۳۳ a	۵/۶۶ a	۳/۴۱ b	۳ b

* در هر ستون، تیمارهای دارای حروف مشترک دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشند

جدول ۴. اثر متقابل رقم و روش آبیاری بر کیفیت باکتریایی خاک و گیاه سورگوم

رقم	روش آبیاری	کلی فرم کل خاک	کلی فرم مدفوعی خاک	کلی فرم کل گیاه	کلی فرم مدفوعی گیاه
انسیدفید	آب معمولی	۹ c	۳ b	۳/۵ d	۳ b
	آبیاری یکی در میان	۱۶ b	۴ b	۵ c	۳ b
	پساب	۹ c	۴ b	۳ d	۳ b
سیه‌زن	آب معمولی	۹ c	۳ b	۳/۵ d	۳ b
	آبیاری یکی در میان	۳/۵ d	۳ b	۱۲/۱۲ a	۱۲ a
	پساب	۸۰/۵ a	۹ a	۷/۵ b	۳/۱۲ b

* در هر ستون، تیمارهای دارای حروف مشترک دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشند

جدول ۵. اثر متقابل کود بیولوژیک و روش آبیاری بر کیفیت باکتریایی خاک و گیاه سورگوم

کود بیولوژیک	روش آبیاری	کلی فرم کل خاک	کلی فرم مدفوعی خاک	کلی فرم کل گیاه	کلی فرم مدفوعی گیاه
عدم مصرف	آب معمولی	۹ cd	۳ c	۳/۵ c	۳ b
	آبیاری یکی در میان	۱۲ b	۳/۵ c	۱۳/۵ a	۱۲ a
	پساب	۱۱ bc	۵/۵ b	۷ b	۳/۱۲ b
مصرف	آب معمولی	۹ cd	۵/۵ b	۳/۵ c	۳ b
	آبیاری یکی در میان	۷/۵ d	۳/۵ c	۳/۶۲ c	۳ b
	پساب	۷۸/۵ a	۷/۵ a	۳/۵ c	۳ b

* در هر ستون، تیمارهای دارای حروف مشترک دارای اختلاف معنی دار نمی باشند

جدول ۶. اثرات متقابل سه گانه رقم و کود بیولوژیک و روش آبیاری

رقم	کود بیولوژیک	شیوه آبیاری	FCFP	TCFP	FCFS	TCOFS
اسپیدفید	عدم مصرف میکوریزا	شاهد (آب معمولی)	۳ b	۳ d	۳ c	۹ cd
		آبیاری یکی در میان	۳ b	۶ c	۴ c	۲۱ b
		پساب	۳ b	۳ d	۴ c	۱۱ c
	مصرف میکوریزا	شاهد (آب معمولی)	۳ b	۴ d	۳ c	۹ cd
		آبیاری یکی در میان	۳ b	۴ d	۴ c	۱۱ c
		پساب	۳ b	۴ d	۴ c	۷ de
سیه زن	عدم مصرف میکوریزا	شاهد (آب معمولی)	۳ b	۴ d	۳ c	۹ cd
		آبیاری یکی در میان	۲۱ a	۲۱ a	۳ c	۳ f
		پساب	۳/۲۵ b	۱۱ b	۷ b	۱۱ c
	مصرف میکوریزا	شاهد (آب معمولی)	۳ b	۱ d	۳ c	۹ cd
		آبیاری یکی در میان	۳ b	۳/۲۵ d	۳ c	۴ ef

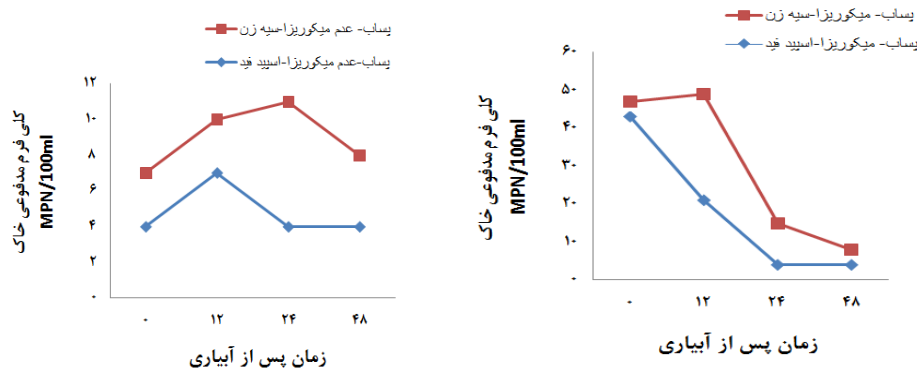
* در هر ستون، تیمارهای دارای حروف مشترک دارای اختلاف معنی دار نمی باشند

کلی فرم کل و مدفوعی گیاه

اثرات رقم، کود زیستی و روش آبیاری همچنین اثرات دو و سه جانبه این فاکتورها بر تعداد باکتری‌های کلی فرم کل و کلی فرم مدفوعی گیاه در سطح آماری ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۳). رقم سیه زن در شرایط تناوب پساب و آب معمولی، بیشترین میزان باکتری کلی فرم کل گیاه را دارا بود (جدول ۴). عدم تلقیح میکوریزا در رقم سیه زن باعث افزایش قابل توجه کلی فرم کل و کلی فرم مدفوعی در اندام هوایی گیاه گردید. در رقم اسپیدفید بین مصرف و عدم مصرف میکوریزا اختلاف آماری معنی داری در رابطه با کلی فرم کل مشاهده نشد (جدول ۳). علاوه بر این بیشترین میزان کلی فرم مدفوعی اندام هوایی گیاه در رقم سیه زن و در شرایط آبیاری یکی در میان مشاهده گردید (جدول ۴). مقایسات میانگین نشان داد که تناوب پساب و آب معمولی و تلقیح کود زیستی میزان کلی فرم مدفوعی گیاه را به نسبت به شرایط عدم تلقیح به صورت قابل ملاحظه‌ای کاهش داد (جدول ۵).

نتایج آزمایشات فرعی در زمان‌های مختلف (۰h، ۱۲، ۲۴، ۴۸) در نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده در گلدان‌های آبیاری شده با فاضلاب تصفیه شده، کاهش باکتری‌های کلی فرم مدفوعی را با گذشت زمان نشان می‌دهد (شکل ۱). کاهش باکتری‌ها می‌تواند به علت به جذب باکتری‌ها به ذرات کلوئیدی خاک و یا مرگ سلول‌ها باشد. این کاهش نشان داد که با گذشت زمان خطرات باکتریایی استفاده از پساب در خاک کاهش می‌یابد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که استفاده از قارچ میکوریزا می‌تواند سرعت کاهش میزان کلی فرم مدفوعی را در خاک افزایش بخشد (شکل ۱). این قارچ‌ها با تثبیت عناصر و مواد آلاینده در شبکه ریشه‌ای خارج ریشه‌ای خود باعث غیر فعال شدن آن‌ها می‌شود (صدروی و قرچه، ۱۳۹۲). نتایج این آزمایش با نتایج

آزمایشات عالی نژادیان و همکاران (۱۳۹۱)، مطابقت دارد. آن‌ها اعلام کردند که با گذشت زمان روزانه تعداد باکتری‌های شاخص آلودگی در خاک به مقدار ۵۳٪ کاهش می‌یابد.



شکل ۱. کاهش در تعداد باکتری‌های کلی فرم مدفوعی در خاک با گذشت زمان پس از کاربرد پساب در خاک

نتیجه گیری

حفظ سلامتی خاک برای کشاورزی پایدار از اهمیت فراوانی برخوردار است. به طوری که کاربرد پساب در کشاورزی نباید سلامت خاک و محصول را به خطر اندازد. نتایج این پژوهش نشان داد، مصرف میکوریزا در شرایط تناوب آبیاری پساب و آب معمولی، باعث کاهش کلی فرم کل و کلی فرم مدفوعی خاک گردید همچنین با توجه به این که میزان باکتری‌های کلی فرمی در پساب مورد استفاده در این پژوهش کمتر از حد مجاز برای کشاورزی بود و با گذشت زمان نیز باکتری‌های موجود در خاک و سطح اجزا گیاه کاهش یافتند و نظر به این که محصولات علوفه‌ای مستقیماً مورد استفاده دام قرار نمی‌گیرند و معمولاً مصرف تازه‌خوری ندارند و از آنجا که استفاده از پساب باعث صرفه‌جویی در هزینه‌های تأمین آب جهت آبیاری مزارع می‌شود، تلقیح میکوریزا در رقم محلی سیه‌زن سبزواری و روش آبیاری با پساب و آب معمولی به صورت متناوب، توصیه می‌گردد.

منابع

- صالحی، ا.، طبری، م. و محمدی گل تپه، ا. ۱۳۹۲، نقش قارچ‌های آربوسکولار میکوریزا بر گیاه پالایی خاک‌های آلوده به فلزات سنگین، همایش ملی پدافند غیر عامل در بخش کشاورزی، جزیره قشم، شرکت تعاونی علم گستران پیش‌تاز ایرانیان. صدروی، م. و قرچه، ن. ۱۳۹۲. نقش قارچ‌های همزیست ریشه در احیای زمین‌های آلوده به مواد سمی. دوفصلنامه علمی-ترویجی دانش بیماری شناسی گیاهی. سال دوم. جلد دوم. صفحه‌های ۴۵-۶۰.
- عالی‌نژادیان، ا.، کریمی، ا.، محمدی، ج.، نیکخواه، ف. و نیومن اندرسن، م. ۱۳۹۱. بررسی کیفیت باکتریایی خاک و محصول کشاورزی آبیاری شده با فاضلاب تصفیه شده شهری. مجله سلامت و محیط. فصلنامه علمی- پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران. دوره ششم. شماره ۳. صفحه‌های ۳۷۷-۱۶۵.
- Al-Sáed R. 2007. Pathogens assessment in reclaimed effluent used for industrial crops irrigation International Journal of Environmental Research and Public Health. 4(1):68-75.
- Asano, T., Levine, A.D. 1996. Wastewater reclamation: Recycle & reuse past, present and future. Water Science and Technology. Vol. 33, Pp 1-14.
- Erfani A, Haghnia GhH, Alizadeh A. 2002. Yield and chemical composition of lettuce and some soil characteristics as affected by irrigation with wastewater. Journal of Science and Technology Agriculture and Natural Resource, Water and Soil Science. 6(1):71-92 (in Persian).
- Hashemi H, Amin MM, Bina B, Movahedian Attar H, Farrokhzadeh H. 2010. Survey on possibility of Disinfection of Isfahan north wastewater treatment plant effluent by low and medium pressure ultraviolet systems in pilot scale. Iranian Journal of Health and Environment. 3(1):47-58.



- Hutchison ML, Walters LD, Moore A, Crookes KM, Avery SM. 2004. Length of time before incorporation on survival of pathogenic bacteria present in livestock wastes applied to agricultural soil. *Journal of Applied and Environmental Microbiology*. 70:5111- 18.
- Tate RL 3rd. 1978. Cultural and environmental factors affecting the longevity of *Escherichia coli* in Histosols. *Applied and Environmental Microbiology*. 5(5):925-29.

Effect of Mycorrhiza on Bacterial Quality of Soil and Two Sorghum Cultivars in Irrigation with Wastewater

M. Safar Sabzevar^{*1}, M. R. Amerian², M. Jami Moeini³, M. Heidari²

1,2- Graduate student and Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, and 3- Assistant Professor, Islamic Azad University, Sabzevar Branch, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar, Iran

Abstract

In order to investigate the effect of mycorrhiza on qualitative characteristics of two cultivars of sorghum under irrigation with municipal wastewater, a factorial experiment in a randomized complete block design with four replications was carried out in greenhouse of Islamic Azad University of Sabzevar. Syahzan cultivar reduced the total and fecal form of the soil in the effluent and water regime. Also, the lack of inoculation of mycorrhiza in Syahzan cultivar caused a significant increase in total coliform and fecal coliform in the plant. The use of mycorrhiza in the irrigation method of one in between reduced the total and total form of the fecal form of the soil. The number of fecal coliforms of the plant decreased in terms of frequencies of effluent and normal water and inoculation of mycorrhiza. The results showed that with the passage of time, the number of bacteria in the soil pollution index decreased. The use of mycorrhizal fungi increased the rate of reduction in the amount of fecal coliform in the soil.

Keywords: Treated Wastewater, Soil Pollution, Sorghum, Total Coliform, Fecal Coliform