

برهمکنش پساب تصفیه شده شهری و نیتروژن بر ویژگی‌های شیمیایی خاک در کشت ذرت شیرین

محمدجواد فریدونی^{۱*}، هوشنگ فرجی^۱، حمیدرضا اولیایی^۲ و ابراهیم ادهمی^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۳/۱۶)

چکیده

تأثیر پساب تصفیه شده شهری و نیتروژن بر ویژگی‌های شیمیایی خاک در کشت ذرت شیرین، در سال ۱۳۸۸ در منطقه یاسوج ارزیابی گردید. عامل اصلی آزمایش شامل آبیاری در ۵ سطح، آبیاری مزرعه با آب معمولی در کل فصل رشد (I_۱)؛ نیمه اول فصل رشد گیاه، آبیاری با پساب تصفیه شده و بقیه فصل رشد، آبیاری با آب معمولی (I_۲)؛ نیمه اول فصل رشد، آبیاری با آب معمولی و بقیه فصل رشد، آبیاری با پساب تصفیه شده (I_۳)؛ آبیاری یک در میان با آب معمولی و پساب تصفیه شده (I_۴)؛ آبیاری مزرعه با پساب تصفیه شده در کل فصل رشد (I_۵) و عامل فرعی شامل نیتروژن در سه سطح (N_۰=۰، N_{۸۰}=۸۰ و N_{۱۶۰}=۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) بود. نتایج نشان داد که غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در خاک، تحت تیمار آبیاری I_۵ اختلاف معنی‌داری با سایر سطوح نشان داد. تأثیر آبیاری بر مقدار کربن آلی و EC خاک معنی‌دار شد. بیشترین و کمترین مقدار کربن آلی خاک به ترتیب در سطح آبیاری I_۵ معادل ۰/۴۵ درصد و I_۱ معادل ۰/۳۳ درصد به دست آمد. بیشترین و کمترین مقدار EC خاک به ترتیب در سطح آبیاری I_۵ معادل ۲/۰ دسی‌زیمنس بر متر و در سطح آبیاری I_۱ معادل ۱/۴ دسی‌زیمنس بر متر دیده شد. تأثیر آبیاری بر pH خاک معنی‌دار نگردید. تأثیر آبیاری و برهمکنش آبیاری و نیتروژن بر غلظت عناصر آهن، روی، مس و منگنز در خاک معنی‌دار نشد. هم‌چنین تأثیر کود نیتروژن بر غلظت نیتروژن خاک معنی‌دار گردید. بیشترین و کمترین غلظت نیتروژن در خاک به ترتیب در سطوح کودی N_{۱۶۰} و N_۰، معادل ۰/۰۳۴ و ۰/۰۳۰ درصد به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: پساب تصفیه شده، ذرت شیرین، عملکرد، عناصر تغذیه‌ای، نیتروژن

۱. به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد و استادیار زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

۲. استادیاران خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: fereidooni2010@yahoo.com

مقدمه

از آنجایی که در ایران بخش کشاورزی با مصرف بیش از ۹۰ درصد از منابع آب، عمده‌ترین مصرف‌کننده آب به شمار می‌آید، هرگونه صرفه‌جویی در این بخش کمک مؤثری به ذخیره منابع آب تلقی می‌شود و هم‌چنین با توجه به این‌که باقیمانده منابع بالقوه آب قابل استحصال کشور که تاکنون تحت بهره‌برداری قرار نگرفته است، بالغ بر ۲۵ میلیارد مترمکعب در سال تخمین زده می‌شود. استفاده مجدد از پساب تصفیه شده این قابلیت را می‌تواند تا حدود ۳۰ درصد افزایش دهد (۶). تجمع املاح موجب شور شدن و کاهش حاصل‌خیزی خاک‌ها می‌شود. تجمع بیش از حد برخی عناصر نیز می‌تواند برای گیاهان ایجاد مسمومیت کند. دانستن واکنش‌های متفاوت گیاهان به تغییراتی که در نتیجه استفاده از این آب‌ها در خواص فیزیکی و شیمیایی خاک به وجود می‌آید، حائز اهمیت است (۲۴). مهم‌ترین شاخص‌های کیفیت آب آبیاری که کیفیت خاک را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند و بر عملکرد و کیفیت محصول، حاصل‌خیزی خاک و مراقبت‌های زیست محیطی تأثیر دارند، شامل پ هاش، نسبت جذبی سدیم (SAR) و غلظت یون‌های کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، کربنات، کلرید، سولفات، بورات، نیتروژن، فسفات، فلزات کمیاب و فلزات سنگین هستند (۵). به‌منظور حفظ باروری خاک، بایستی نمک‌های تجمع یافته در خاک از طریق آبیاری از محدوده رشد ریشه‌ها خارج شود. در مناطق مرطوب و معتدل که آبیاری طی دوره‌های خشک سال انجام می‌شود، بارندگی‌های سالانه برای آبیاری خاک و جلوگیری از شور شدن خاک کفایت می‌کند، اما در مناطق خشک و نیمه‌خشک که بارندگی به حد کافی نیست، در صورت عدم انجام عملیات آبیاری، این خاک‌ها به تدریج شور و غیربارور گردیده که در این راستا آبیاری تناوبی می‌تواند مد نظر قرار گیرد (۳).

در بررسی آبیاری با پساب شهری بر حاصل‌خیزی خاک توسط ملی و همکاران (۲۳) بیان شد که اگر چه زیست‌توده میکروبی خاک به‌طور مستقیم تحت تأثیر نوع آب مورد استفاده

قرار گرفت، ولی آبیاری با پساب، زیست‌توده میکروبی خاک را به میزان قابل توجهی تحت تأثیر قرار نداد. هم‌چنین این محققان بیان کردند که استفاده از پساب سبب افزایش مقدار ماده غذایی خاک شد. در مورد تجمع عناصر سنگین در خاک‌هایی که با پساب تصفیه‌شده آبیاری شده‌اند، تحقیقات مختلفی انجام شده است، که برخی از آنها حاکی از تجمع عناصر سنگین در خاک بیش از حد مجاز، می‌باشند و بعضی از آنها عدم تجمع این عناصر را نشان می‌دهند، علت این اختلاف به کیفیت پساب و یا سابقه کاربرد پساب در این خاک‌ها برمی‌گردد (۱۹). عناصر سنگین به دنبال تجزیه مواد آلی پساب یا لجن فاضلاب، آزاد می‌شوند و به علت حرکت کند آنها در خاک و محدودیت جذب آنها توسط گیاه در لایه‌های سطحی خاک تجمع می‌یابند (۳۵). فیضی (۱۸) افزایش تجمع عناصر روی، مس و آهن در زمین‌هایی که به مدت ۸ سال با پساب آبیاری شده‌اند، را گزارش نمود. در بررسی اقتصادی کاربرد پساب شهری گزارش شده که با کاربرد پساب شهری در اراضی کشاورزی می‌توان از نیتروژن، فسفر و مواد آلی موجود در آن برای افزایش حاصل‌خیزی خاک و از آب آن برای افزایش رطوبت خاک و غنی‌سازی سفره‌های آب زیرزمینی استفاده کرد. به نظر می‌رسد که کاربرد پساب در آبیاری تلفیقی با آب آبیاری، باعث بهبود برخی خصوصیات حاصل‌خیزی خاک می‌گردد. تاکنون تحقیقی پیرامون اثر استفاده از پساب تصفیه‌شده شهر یاسوج بر خصوصیات شیمیایی و حاصل‌خیزی خاک این منطقه صورت نگرفته است. بنابراین این تحقیق به بررسی این امر پرداخته است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت طرح آزمایشی کرت‌های دوبار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در تابستان سال ۱۳۸۸ در مجاورت تصفیه‌خانه شهر یاسوج در منطقه‌ای با مختصات عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۳۹ دقیقه شمالی و ۵۱ درجه و ۳۳ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱۸۳۲ متر از سطح دریا، اجرا گردید. عامل اصلی آزمایش شامل آبیاری در ۵ سطح،

نیتروژن خاک توسط روش هضم تر کج‌لدال (۱۷)، فسفر خاک به روش اولسن (۲۶)، پتاسیم قابل جذب، عصاره‌گیری توسط اسنات آمونیوم و کلسیم و سدیم محلول به روش اسمیت و اسکات (۳۱)، عناصر کم‌مصرف قابل جذب شامل آهن، روی، مس و منگنز با استفاده از عصاره‌گیر دی‌تی‌پی‌آ به روش لیندسی و نورل (۲۲) به کمک دستگاه جذب اتمی و بافت خاک توسط روش هیدرومتر (۱۶) اندازه‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام گردید. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد، مقایسه شدند.

نتایج و بحث

خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک برای عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک، قبل از کاشت ذرت شیرین در جدول ۱ ارائه شده است. ویژگی‌های بیوشیمیایی و میانگین غلظت عناصر موجود در فاضلاب خام و پساب تصفیه شده در جدول‌های ۲ و ۳ آمده است. مقایسه پارامترهای مورد بحث با حدود مجاز استاندارد و خروجی پساب‌ها نشان داد که میانگین BOD پساب در کلیه موارد کمتر از ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر است و برای آبیاری با پساب تصفیه شده، محدودیتی ندارد. میانگین مقدار COD کمتر از حد مجاز بود، که نشانگر عدم آلودگی پساب‌ها از نظر COD است. کل مواد جامد معلق (TSS) نیز کمتر از حد مجاز بوده و محدودکننده نیست. پساب تصفیه شده این شهر، دارای میانگین BOD کمتر از ۱۰۰، میانگین COD کمتر از ۲۰۰ و میانگین TSS کمتر از ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود که این پارامترها از حد مجاز نیز کمتر می‌باشد، هم‌چنین آزمایش میکروبی برای سنجش آسیب‌زدن به سلامت انسان، مورد ارزیابی قرار گرفت. در تصفیه‌خانه یاسوج به ازای ۱ مترمکعب حدود ۳۰ گرم پودر کلر به پساب تصفیه شده، اضافه می‌کنند (هم‌چنین از گاز کلر برای کلرزنی استفاده می‌شود). نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۴ نشان داد که تأثیر آبیاری بر غلظت نیتروژن خاک معنی‌دار گردید. بیشترین و

آبیاری مزرعه با آب معمولی در کل فصل رشد (I_۱)؛ نیمه اول فصل رشد، آبیاری با پساب تصفیه شده و بقیه فصل رشد، آبیاری با آب معمولی (I_۲)؛ نیمه اول فصل رشد، آبیاری با آب معمولی و بقیه فصل رشد، آبیاری با پساب تصفیه شده (I_۳)؛ آبیاری یک در میان با آب معمولی و پساب تصفیه شده (I_۴)؛ آبیاری مزرعه با پساب تصفیه شده در کل فصل رشد (I_۵) و عامل فرعی شامل نیتروژن در سه سطح (N_۰=۰، N_{۸۰}=۸۰ و N_{۱۶۰}=۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) بود. مقادیر کود شیمیایی براساس نتایج تجزیه شیمیایی خاک محل آزمایش به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم در آزمایش اعمال گردید. تمام کودهای سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم در یک مرحله به‌صورت یکنواخت و قبل از کاشت در سطح کرت‌های مربوطه براساس نقشه طرح پخش گردید و کاملاً با خاک مخلوط شدند. یک سوم کود نیتروژنه پس از تنک‌کردن در مرحله دو برگی و دو سوم باقیمانده کود نیتروژنه نیز مجدداً یک ماه بعد از اعمال نوبت اول کود در اوایل مرحله ظهور گل تاجی مصرف شد.

هر کرت آزمایشی دارای ۵ متر طول، ۳ متر عرض، ۴ ردیف کاشت (فاصله ردیف‌ها ۷۵ سانتی‌متر) و با فاصله بوته‌ها روی ردیف، ۱۹ سانتی‌متر بود. بذره‌های ذرت شیرین هیبرید هاروست گلد با تراکم ۷۰ هزار بوته در هکتار کشت شد. فاصله بین بلوک‌ها و بین کرت‌های اصلی ۲ متر و فاصله بین کرت‌های فرعی ۱ متر در نظر گرفته شد. به‌منظور بررسی اثر تیمارها بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک قبل از کاشت و بعد از برداشت، از هر کرت نمونه‌گیری انجام گرفت. نمونه‌های خاک به‌وسیله پاکت‌های نمونه‌برداری به آزمایشگاه منتقل شد و پس از هوادهی و خشک کردن، کوبیده شدند و از الک ۲ میلی‌متری گذرانده شدند. pH خاک، توسط دستگاه pH سنج، از روش توماس و هارگرو (۳۴)، هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع به کمک دستگاه هدایت‌سنج مدل ۶۴۶-ا هم روش توماس و هارگرو (۳۴)،

جدول ۱. خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک محل آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی متر)

نام شاخص	واحد	مقدار	نام شاخص	واحد	مقدار
پهش	-	۷/۹۴	شن	%	۲۶/۲
هدایت ویژه	Dsm ⁻¹	۰/۳۸	سیلت	%	۴۲/۹
نیتروژن کل	%	۰/۰۲	رس	%	۳۰/۹
فسفر (اولسن)	mgkg ⁻¹	۳۷	کربنات کلسیم معادل	%	۳۶/۹
پتاسیم (استات آمونیوم)	mgkg ⁻¹	۱۸۶	کربن آلی	%	۰/۱۹
بیکربنات	mgkg ⁻¹	۴/۴	رطوبت اشباع	%	۴۴
سدیم	mgkg ⁻¹	۷	گروه بافتی	-	لوم رسی
آهن	mgkg ⁻¹	۴/۸			
روی	mgkg ⁻¹	۰/۸			
مس	mgkg ⁻¹	۰/۲۴			
منگنز	mgkg ⁻¹	۶			

جدول ۲. ویژگی های بیوشیمیایی و شیمیایی فاضلاب خام ورودی به تصفیه خانه یاسوج

فاکتورهای اندازه گیری شده	واحد اندازه گیری	مرداد	شهریور	مهر
اکسیژن خواهی بیوشیمیایی	mg l ⁻¹	۳۵	۲۹	۳۲
اکسیژن خواهی شیمیایی	mg l ⁻¹	۶۰	۸۰	۸۵
مواد جامد معلق	mg l ⁻¹	۶۷	۵۸	۴۸
pH	-	۷/۷	۷/۹	۷/۹

هر عدد در هر ماه، میانگین ۱۰ نمونه است.

کمترین غلظت نیتروژن خاک به ترتیب در سطوح آبیاری I₅ و I₁، معادل ۰/۰۳۵ و ۰/۰۲۹ درصد به دست آمد (جدول ۵). انباشتگی نیتروژن در خاک به انباشتگی مواد آلی بستگی دارد. نیتروژن، بیشتر در لایه های سطحی تر خاک به صورت ترکیبات آلی نگه داری می شود. رس ها در جذب و نگه داری شکل آمونیومی نیتروژن نقش دارند. امینی (۱۲) گزارش نمود که آبیاری با پساب تصفیه شده، موجب افزایش معنی دار تجمع نیتروژن در خاک نسبت به آبیاری با آب شرب شهری داشت، به طوری که آبیاری با پساب باعث افزایش NO₃⁻ به میزان ۷/۸ میلی گرم در کیلوگرم خاک شد. هم چنین تأثیر آبیاری بر غلظت فسفر خاک معنی دار گردید (جدول ۴). بیشترین و کمترین

غلظت فسفر خاک به ترتیب در سطوح آبیاری I₅ و I₁، معادل ۳۰/۹ و ۲۴/۱ میلی گرم بر کیلوگرم به دست آمد (جدول ۵). احتمالاً بالا بودن فسفر پساب، باعث بالا رفتن فسفر در خاک گردیده است. سطح آبیاری یک در میان با پساب و آب معمولی به علت طولانی بودن دوره آبیاری از ابتدای فصل رشد گیاه، نسبت به سطوح ۵۰ درصد پساب در نیمه اول و دوم فصل رشد گیاه، باعث افزایش غلظت فسفر خاک شد. گزارش شده است که آبیاری با پساب تصفیه شده، باعث افزایش غلظت فسفر خاک گردید (۳۳).

تأثیر آبیاری بر تجمع پتاسیم خاک معنی دار شد (جدول ۴). بیشترین و کمترین میزان پتاسیم خاک به ترتیب در سطوح

جدول ۳. تجزیه شیمیایی پساب تصفیه شده و آب رودخانه یاسوج و حد مطلوب عناصر

آب رودخانه	پساب			واحد اندازه‌گیری	پارامترهای شیمیایی
	C	B	A		
¹ nd	۸/۵۶	۵	۳/۷	mg l ⁻¹	نیترات (NO ₃ ⁻ -N)
۰/۰۸	۰/۸۹	۰/۵۲	۱/۱	mg l ⁻¹	نیتريت (NO ₂ ⁻ -N)
۰/۲۳	۲/۷	۲/۹	۳	mg l ⁻¹	آمونیم (NH ₄ ⁺ -N)
۰/۱۳	۱۴	۱۲	۱۰	mg l ⁻¹	فسفر (P)
۶	۷۵	۸۵/۸	۳۴/۲	mg l ⁻¹	سدیم (Na)
۱	۱۰	۱۱	۱۲	mg l ⁻¹	پتاسیم (K)
۱۶/۷	۴۰	۳۵	۵۰	mg l ⁻¹	کلسیم (Ca)
۱۴	۲۰	۲۴	۱۸/۲	mg l ⁻¹	منیزیم (Mg)
۳۲	۷۵	۷۰	۴۲	mg l ⁻¹	سولفات (S)
۱/۶۵	۲/۲	۰/۹	۰/۵۴	mg l ⁻¹	فلوئور (F)
۴۷	۱۷۰	۱۷۵	۱۹۰	mg l ⁻¹	کلر (Cl)
۰/۸	۰/۸	۰/۸۵	۰/۹	mg l ⁻¹	بور (B)
۰/۰۱۷	۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۱۷	mg l ⁻¹	آهن (Fe)
۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۳	mg l ⁻¹	مس (Cu)
۰/۰۱۵	۰/۲۵	۰/۰۴	۰/۲۳	mg l ⁻¹	روی (Zn)
۰/۰۲	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۰۵	mg l ⁻¹	منگنز (Mn)
nd	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۲	mg l ⁻¹	سرب (Pb)
nd	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱	mg l ⁻¹	کادمیوم (Cd)
nd	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳	mg l ⁻¹	نیکل (Ni)
۰/۰۶۴	۰/۰۱	nd	۰/۰۱	mg l ⁻¹	کبالت (Co)
۷/۴	۷/۹	۷/۹	۷/۸	-	اسیدیته (pH)
۰/۵۸	۲/۱	۲/۳	۱/۹	dsm ⁻¹	هدایت الکتریکی (EC)

nd: اندازه‌گیری نشده. منظور از پساب A، B و C به ترتیب تجزیه پساب در تاریخ ۲۰ تیر، ۲۰ مرداد و ۲۰ شهریور است.

جدول ۴. تجزیه واریانس صفات مربوط بر قابلیت جذب عناصر و خصوصیات شیمیایی خاک تحت تأثیر آبیاری و کود نیتروژن

		میانگین مربعیات						درجه آزادی		منابع تغییر			
		میانگین	مربع	خطای	خطای	خطای	خطای	خطای	خطای				
pH	EC	کربن آلی	مگنیز	مس	روی	آهن	کالسیوم	سدیم	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	آزاد	آبیاری (A)
۰/۵ ^{ns}	۰/۵۰*	۰/۱۰*	۴/۸۰ ^{ns}	۰/۵۵ ^{ns}	۰/۵۷ ^{ns}	۰/۹۵ ^{ns}	۱/۷ ^{ns}	۲۲/۷*	۱۴۱۵/۸*	۶۴/۸*	۰/۵۵۵۰۴*	۴	آبیاری (A)
۰/۳	۰/۰۸	۰/۵۵	۲/۵۰	۰/۰۱	۰/۵۰۴	۰/۰۷	۴/۷	۵/۵	۲۹۰/۵	۱۶/۵	۰/۵۵۵۰۱	۸	خطای a
۰/۱ ^{ns}	۰/۰۵۰ ^{ns}	۰/۰۵۵۰۵۰ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۱/۴ ^{ns}	۰/۵ ^{ns}	۸۲۷/۱ ^{ns}	۲۱/۳ ^{ns}	۰/۵۵۵۰۶*	۲	نیتروژن (B)
۰/۳ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۰۵۰۳ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}	۰/۵۰ ^{ns}	۰/۴ ^{ns}	۹۵۳/۵ ^{ns}	۲/۳ ^{ns}	۰/۵۵۵۰۰۹ ^{ns}	۸	آبیاری × نیتروژن	
۰/۶	۰/۰۸	۰/۰۰۲	۰/۸۰	۰/۰۴	۰/۵۰	۰/۰۳	۰/۴	۰/۹	۶۶۸/۷	۵/۹	۰/۵۵۵۰۰۱	۲۰	خطای b
۱۰/۲۵	۱۵/۰۱	۱۱/۳۰	۱۲/۱۹	۱۰/۶۰	۸/۲۸	۱۰/۴۲	۵/۱۴	۷/۶۲	۱۰/۱۳	۹/۱۲	۱۱/۲۲	-	ضریب تغییرات (درصد)

*** و **: به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

جدول ۵. مقایسه میانگین آثار ساده آبیاری و کود نیتروژن بر قابلیت جذب عناصر و خصوصیات شیمیایی خاک

pH	EC	کربن آلی (درصد)	مگنیز	مس	روی	آهن	کالسیوم		پتاسیم		فسفر	نیتروژن	آزاد	عامل های
							محلول	محلول	قابل جذب	اولسن				
۸/۳ ^a	۱/۳ ^b	۰/۳۳ ^b	۶/۱ ^b	۱/۱ ^b	۰/۶۲ ^a	۱/۶ ^a	۱۲/۹ ^a	۱۰/۳ ^b	۲۴۰/۵ ^a	۲۴/۱ ^b	۲۴/۱ ^b	۰/۵۲۹ ^b	I _۱	آبیاری
۷/۹ ^a	۱/۵ ^b	۰/۴۱ ^{ab}	۷/۵ ^{ab}	۱/۳ ^{ab}	۰/۶۳ ^a	۱/۷ ^a	۱۳/۸ ^a	۱۲/۱ ^b	۲۵۲/۰ ^b c	۲۴/۹ ^b	۲۴/۹ ^b	۰/۵۳۳ ^{ab}	I _۲	
۷/۸ ^a	۱/۶ ^b	۰/۴۱ ^a	۷/۶ ^{ab}	۱/۳ ^{ab}	۰/۶۶ ^a	۱/۸ ^a	۱۳/۷ ^a	۱۲/۸ ^{ab}	۲۴۸/۳ ^b c	۲۶/۱ ^b	۲۶/۱ ^b	۰/۵۳۳ ^a	I _۳	
۷/۶ ^a	۱/۴ ^b	۰/۴۳ ^a	۷/۷ ^{ab}	۱/۳ ^a	۰/۶۷ ^a	۱/۸ ^a	۱۳/۹ ^a	۱۲/۰ ^b	۲۶۳/۳ ^{ab}	۲۷/۷ ^{ab}	۲۷/۷ ^{ab}	۰/۵۳۳ ^a	I _۴	
۷/۵ ^a	۲/۰ ^a	۰/۴۵ ^a	۸/۰ ^a	۱/۳ ^a	۰/۶۹ ^a	۱/۸ ^a	۱۴/۱ ^a	۱۴/۸ ^a	۲۷۲/۳ ^a	۳۰/۹ ^a	۳۰/۹ ^a	۰/۵۳۵ ^a	I _۵	نیتروژن
۷/۹ ^a	۱/۵ ^a	۰/۴۱ ^a	۷/۴ ^a	۱/۳ ^a	۰/۶۴ ^a	۱/۷ ^a	۱۳/۳ ^a	۱۲/۳ ^a	۲۴۷/۰ ^a	۲۵/۴ ^a	۲۵/۴ ^a	۰/۵۳۰ ^b	N _۱	
۷/۸ ^a	۱/۶ ^a	۰/۴۱ ^a	۷/۴ ^a	۱/۳ ^a	۰/۶۶ ^a	۱/۷ ^a	۱۳/۸ ^a	۱۲/۳ ^a	۲۵۷/۱ ^a	۲۷/۰ ^a	۲۷/۰ ^a	۰/۵۳۳ ^a	N _۲	
۷/۷ ^a	۱/۶ ^a	۰/۴۰ ^a	۷/۴ ^a	۱/۳ ^a	۰/۶۶ ^a	۱/۸ ^a	۱۳/۹ ^a	۱۲/۶ ^a	۲۶۱/۵ ^a	۲۷/۸ ^a	۲۷/۸ ^a	۰/۵۳۳ ^a	N _۳	

در هر مقایسه، میانگین های دارای حروف مشترک اختلاف معنی داری ندارند (دانکن: /۵).

روی ۱۰۰ برابر افزایش می‌یابد (۲۱). بالا بودن غلظت سولفات و نترات در پساب هم‌چنین می‌تواند دلیلی بر بهتر بودن شرایط جذب روی در گیاه باشد. الماس و همکاران (۱۰) گزارش نمودند که مواد آلی موجود در پساب، باعث افزایش قابلیت انحلال روی در خاک به وسیله تشکیل کمپلکس فلز- ماده آلی می‌شود. تأثیر آبیاری بر غلظت مس خاک معنی‌دار نگردید (جدول ۴). عدم تأثیر معنی‌دار مس در خاک احتمالاً به عدم وجود مقدار قابل توجه مس در پساب بوده است (جدول ۵). تأثیر آبیاری بر غلظت منگنز خاک نیز معنی‌دار نگردید (جدول ۴). عدم تفاوت معنی‌دار غلظت عناصر ذکر شده در تیمارهای مختلف آبیاری، احتمالاً به دلیل جذب این عناصر توسط گیاه و آبشویی برخی عناصر خاک و عدم وجود مقدار قابل توجه این عناصر بوده است.

تأثیر آبیاری بر مقدار کربن آلی خاک معنی‌دار نگردید (جدول ۴). بیشترین مقدار کربن آلی خاک در سطح آبیاری I₅ معادل ۰/۴۵ درصد و کمترین مقدار کربن آلی خاک در سطح آبیاری I₁ معادل ۰/۳۳ درصد، به دست آمد (جدول ۵). گزارش شده است که در اثر کاربرد پساب تصفیه شده در کشت ذرت علوفه‌ای، در لایه‌های سطحی، درصد ماده‌ی آلی، فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب و عناصر مس و روی افزایش یافت (۷). صفری و همکاران (۴) گزارش نمودند که اغلب فلزات سنگین در لایه‌های بالایی خاک با مواد آلی ترکیب می‌شوند و کمپلکس‌های مقاوم خاک را تشکیل می‌دهند. مواد آلی به علت ظرفیت تبادل کاتیونی بالا و داشتن قابلیت تشکیل کمپلکس با فلزات سنگین، باعث تجمع این عناصر در لایه‌های بالایی خاک می‌گردد. گزارش شده است (۲۷) که خاک اطراف ریشه، اولین منبع برای ورود عناصر سنگین به بافت گیاهان است و هر چه غلظت این عناصر در خاک بیشتر شود، مقدار قابل دسترس آنها نیز در خاک افزایش می‌یابد. با توجه به پایین بودن غلظت عناصر سنگین در پساب و هم‌چنین در خاک مزرعه مورد آزمایش، افزایش غلظت عناصر سنگین در خاک آزمایش مشاهده نگردید. از عوامل مؤثر بر تجمع عناصر سنگین

آبیاری I₅ و I₁، معادل ۲۷۲/۲ و ۲۴۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم، به دست آمد (جدول ۵). تأثیر آبیاری بر غلظت سدیم خاک نیز معنی‌دار گردید (جدول ۴). بیشترین و کمترین غلظت سدیم خاک به ترتیب در سطوح آبیاری I₅ و I₁، معادل ۱۴/۸ و ۱۰/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم، به دست آمد (جدول ۵). گزارش شده است که غلظت بالای سدیم در خاک موجب تورم و پراکنش ذرات رس و تخریب ساختمان خاک می‌شود و آبیاری غرقابیی با پساب باعث افزایش غلظت سدیم خاک شده است (۲). گرچه میزان افزایش میزان سدیم در مقایسه با سایر کاتیون‌ها از جمله کلسیم و منیزیم به اندازه‌ای نبوده است که سدیمی شدن و پراکنش خاک را به دنبال داشته باشد. سطح آبیاری یک در میان با پساب و آب معمولی نسبت به سطح آبیاری کامل با پساب، باعث کاهش غلظت سدیم خاک گردید (جدول ۵). این روش یکی از بهترین روش‌های موجود جهت کاهش سدیم شوری خاک است. به این دلیل که آبیاری معمولی پس از آبیاری با پساب، باعث شستشوی سدیم و کاهش غلظت آن عنصر می‌شود. گزارش شده است که آبیاری با پساب تصفیه شده، باعث افزایش غلظت عناصر سدیم و پتاسیم خاک شد (۳۳).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۴ نشان داد که تأثیر آبیاری بر غلظت کلسیم خاک از لحاظ آماری معنی‌دار نگردید. پساب تصفیه شده نسبت به آب معمولی دارای کلسیم بالاتری بود (جدول ۵). کاهش غلظت کلسیم در سایر سطوح آبیاری، احتمالاً ناشی از شستشوی املاح و جایگزینی یون سدیم به جای یون کلسیم می‌باشد، که بالاتر بودن یون سدیم در خاک در سطح آبیاری I₅ قابل مشاهده است (جدول ۵). تأثیر آبیاری بر غلظت عناصر آهن و روی خاک معنی‌دار نگردید (جدول ۴). حرکت و انتقال روی در خاک بسیار وابسته به تبادل کاتیونی، pH، ماده آلی، نوع ترکیب پیوندی و غلظت این عنصر در خاک است. گزارش شده است که چنانچه pH خاک افزایش یابد، بار الکتریکی وابسته به pH افزایش می‌یابد که باعث سهولت جذب و انتقال روی از بخش محلول خاک می‌گردد (۱۵). هم‌چنین گزارش شده که به ازای هر واحد کاهش pH خاک، حلالیت

۱/۴ دسی‌زیمنس بر متر، به دست آمد (جدول ۵). شوری آب، منبع اصلی افزایش نمک در خاک است. همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، آبیاری کامل با پساب تصفیه شده، باعث افزایش شوری خاک گردید. بالاتر بودن هدایت الکتریکی و املاح موجود در پساب تصفیه شده نسبت به آب معمولی، باعث افزایش شوری عصاره اشباع خاک شد. بارش کم، تبخیر و تعرق بالا، شوری پساب، خصوصیات شیمیایی کودهای مصرفی و واکنش آنها با خاک از جمله عواملی است که باعث افزایش شوری خاک در این آزمایش گردیده است. آلوس و همکاران (۱۱) گزارش نمودند که افزایش استفاده از پساب تصفیه شده در آبیاری، باعث افزایش شوری خاک می‌گردد.

مطابق نتایج جدول ۴ تأثیر کود نیتروژن بر EC عصاره اشباع و pH خاک، معنی‌دار نگردید، هم‌چنین بر هم‌کنش آبیاری و کود نیتروژن بر EC عصاره اشباع و pH خاک، معنی‌دار نشد. از عوامل تعیین‌کننده رفتار و دسترسی گیاهان به عناصر کم‌مصرف در خاک می‌باشد. قابلیت دسترسی عناصر کم‌مصرف و فلزات سنگین، با pH خاک رابطه معکوسی دارد (۳۴). گزارش شده است که رسوب عناصر به صورت هیدروکسیدها و کربنات‌های نامحلول و کمپلکس‌های آلی با افزایش pH خاک، افزایش یافت (۳۲). بنابراین قابلیت دسترسی عناصر کم‌مصرف و فلزات سنگین خاک، برای گیاهان در pH نسبت به pH بالا، بیشتر است. آلهانس و همکاران (۹) در مطالعه‌ای اثر کاربرد پساب در منطقه فلوریدای آمریکا گزارش نمودند که کاربرد پساب تصفیه شده، تغییری در pH خاک ایجاد ننموده است. برنشتین و فایرمن (۱۴) گزارش نمودند که اگر مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب ۵۰، ۱۰ و ۳۰ میلی‌گرم در هر لیتر از پساب باشد، می‌توان انتظار داشت که در یک هکتار از زمین‌های کشاورزی که با پساب آبیاری می‌شوند، در طول یک سال به‌طور متوسط مقادیر ۲۵۰، ۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، فسفر و پتاسیم به خاک مزرعه اضافه شود. حد مجازی که برای غلظت فلزات سنگین در آب آبیاری در نظر گرفته می‌شود، به این معنی نیست که چنانچه غلظت این

در خاک‌ها می‌توان کاربرد کودهای شیمیایی، بقایای گیاهی و سنگ‌های مادری و عوامل خاکی از جمله اسیدیتته خاک، نوع و مقدار رس، مقدار ماده آلی، پتانسیل اکسایش و کاهش، ترکیب محلول خاک را نام برد (۲۰). افزایش غلظت عناصر کم‌مصرف در منطقه بالایی خاک دارای آثار منفی است. تجمع این عناصر باعث ایجاد کمپلکس عناصر فلزی و انتقال آنها به اعماق خاک و یا آب‌های زیرزمینی می‌شود (۲۸). مواد آلی موجود در پساب پس از ورود به خاک به وسیله ریزجانداران خاک پوسیده و تجزیه می‌شود که نتیجه آن ایجاد هوموس است که دارای سطح ویژه و ظرفیت تبادل کاتیونی بالایی است و می‌تواند بسیاری از خواص فیزیکی و شیمیایی خاک را تغییر دهد.

افیونی و همکاران (۱) گزارش نمودند که وجود مواد آلی در پساب، احتمالاً باعث بهبود شرایط فیزیکی خاک برای رشد بهتر گیاهان می‌شود. استفاده از لجن و پساب تصفیه شده، باعث بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌گردد (۲۹). با افزایش ماده آلی خاک، جذب فسفر افزایش می‌یابد؛ فرآیند نیتروژن‌فیکاسیون که تبدیل آمونیوم به نیترات است (یک فرآیند اسیدزا است و تولید H^+ می‌کند) موجب انحلال فسفر به شکل فسفات‌های کلسیم یا آپاتیت و افزایش جذب فسفر می‌شود، ضمن این‌که در نتیجه تجزیه ماده آلی خاک، اسیدهای آلی آزاد به روش مشابه موجب افزایش جذب فسفر توسط گیاه می‌شود. تأثیر کود نیتروژن و نیز بر هم‌کنش آبیاری و نیتروژن بر غلظت سایر عناصر اندازه‌گیری شده در خاک، معنی‌دار نگردید. اوچیه و همکاران (۲۵) گزارش نمودند که مصرف ۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن، کمترین آلودگی نیتراتی را در خاک موجب شد. هم‌چنین گزارش شده است که کاربرد نیتروژن اضافی در خاک، منجر به پخش و کمبود عناصر کلسیم، منیزیم و پتاسیم گیاه شد (۸). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۵ نشان داد که تأثیر آبیاری بر EC عصاره اشباع خاک معنی‌دار نگردید. تأثیر آبیاری بر pH خاک معنی‌دار نگردید. بیشترین و کمترین EC عصاره اشباع خاک به ترتیب در سطوح آبیاری I_5 و I_1 معادل ۲/۰ و

نتیجه گیری

با توجه به استانداردهای بین‌المللی EPA، FAO و سازمان حفاظت محیط زیست ایران، پساب تصفیه شده مورد آزمایش از لحاظ شوری در محدوده قابل استفاده برای کشاورزی قرار دارد. استفاده از پساب تصفیه شده، باعث افزایش غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک نسبت به آب معمولی گردید. استفاده از پساب تصفیه شده، باعث کاهش pH، افزایش EC و افزایش غلظت عنصر سدیم خاک‌های تحت تیمار، نسبت به خاک اولیه گردید. استفاده از تیمارهای پساب تصفیه شده، باعث افزایش میزان مواد آلی خاک می‌گردد و جهت حاصل‌خیزی خاک می‌تواند مد نظر قرار گیرد. کاربرد پساب تصفیه شده باعث کاهش مصرف کود شیمیایی نیتروژن در ذرت شیرین گردید. هم‌چنین تیمار آبیاری یک در میان با پساب تصفیه شده و آب معمولی منجر به کاهش شوری خاک شد.

فلزات در آب بیشتر شود، باعث مسمومیت گیاهان می‌شود؛ بلکه با توجه به این‌که این فلزات در خاک تثبیت می‌شوند و طی زمان تجمع می‌یابند، لذا سرانجام غلظت این عناصر در خاک به حد سمیت خواهد رسید. نتایج تحقیق صورت گرفته در استرالیا اعلام می‌نماید که ۱۰ تا ۵۰ سال وقت لازم است تا سطح فلزات سنگین خاک آبیاری شده با پساب، به بیش از حد مجاز برسد (۳۰). در بررسی پساب تصفیه شده یاسوج، مقدار pH در حد نرمال قرار داشت و هدایت الکتریکی پساب‌ها نشان داد که طبق نظر آیز و وسکات (۱۳) دارای محدودیت کم تا متوسط برای آبیاری است. غلظت بی‌کربنات دارای محدودیتی کم تا متوسط برای استفاده از پساب تصفیه شده در آبیاری است. غلظت کلر و سولفات پساب تصفیه شده، کمتر از حد مجاز بود و محدودیتی برای آبیاری با پساب تصفیه شده نداشت. هم‌چنین غلظت ازت نیتراتی پساب کمتر از ۱۰ میلی‌گرم در لیتر بود و محدودیتی برای آبیاری با پساب تصفیه شده ندارد.

منابع مورد استفاده

۱. افیونی، م.، ی. رضایی‌نژاد و ب. خیامباشی. ۱۳۷۷. اثر لجن فاضلاب بر عملکرد و جذب فلزات سنگین به‌وسیله کاهو و اسفناج. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۲ (۱): ۱۹-۳۰.
۲. توکلی، م. و م. طباطبایی. ۱۳۷۸. آبیاری با فاضلاب تصفیه شده. مجموعه مقالات جنبه‌های زیست محیطی استفاده از پساب در آبیاری. وزارت نیرو، کمیته ملی آبیاری و زه‌کشی ایران، تهران، صفحات ۱۲۸-۱۲۱.
۳. حق‌نیا، غ. و ع. کوچکی. ۱۳۷۵. مدیریت آبیاری پایدار خاک. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۴. صفری، غ.، ف. واعظی و ع. اسدی. ۱۳۸۱. ضوابط انتخاب محل برای آبیاری با پساب. مجله آب و فاضلاب ۴۲ (۲): ۵۹-۶۷.
۵. عابدی، م. ج. و پ. نجفی. ۱۳۸۰. استفاده از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زه‌کشی ایران، تهران.
۶. عابدی‌کوپایی، ج.، م. افیونی، ب. مصطفی‌زاده، س. ف. موسوی و ر. باقری. ۱۳۸۲. تأثیر آبیاری بارانی و سطحی با پساب تصفیه شده بر شوری خاک. مجله آب و فاضلاب ۱۵ (۲): ۸۹-۹۵.
۷. فیضی، م. ۱۳۷۷. تأثیر مصرف پساب فاضلاب روی خاک و گیاه در منطقه شمال اصفهان. هفتمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه شهرکرد.
۸. کوچکی، ا. و ق. ح. سرمدنیا. ۱۳۸۰. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۵۰ صفحه.
9. Alhands, M.N., S.A. Allick, A.R. Overman, W.G. Leseman and W. Vidak. 1995. Municipal water reuse at Tallahassee, Florida. ASCE. 38(2): 411-418.
10. Almas, A.R., B. R. Singh and M. B. McBride. 2001. Solubility and liability of cadmium and zinc in two soil treated with organic matter. Soil Sci. 165: 250-259.

11. Alves, W.W., C.V. Azedo, J. D. Neto, V. L. Lima and J.W. Santon. 2006. Treated wastewater and nitrogen: Effect on the chemical properties of the soil. *Agric. and Biol. Eng.* 56: 62-67.
12. Amini, M. 2005. Mapping risk of cadmium and lead contamination to human health in soils of central Iran science of the total environment. *Eur. J. Agron.* 34: 64-77.
13. Ayers, R.S. and D.E.W. Westcot. 1985. *Water Quality for Agriculture*. Rome. 29 Rev, FAO. 78 pp.
14. Bernstein, L. and M. Fireman. 1997. Laboratory studies on salt distribution in furrow irrigation soil with special reference in the pre-emergence period. *Soil Sci.* 83: 249- 263.
15. Berti, W.R. and L.W. Jacobs. 1996. Chemistry and phytotoxicity of soil trace elements from repeated sewage sludge applications. *J. Environ. Quality* 25: 1025-1032.
16. Black, C.A. 1965. *Method of soil analysis, physical and mineralogical properties*. American. Agron. Soc., Madison, WI.
17. Bremner, J. M. 1965. Total nitrogen. *In: C. A. Black (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2, Monograph 9: 1149-1178*. Amer. Soc. Agron., Madison, WI.
18. Feizi, M. 2001. Effect of treated wastewater on accumulation of heavy metals in plant and soil. PP: 137-146. *In: Geof Pearce, R., J. Changkim, S. Nairizi and A. Hamdy. (Eds.), International Workshop on Wastewater Reuse and Management*. Seoul, Korea.
19. Hayens, A.R., C.F. Mansino and I.L. Pepper. 1990. Irrigation of turfgrass with secondary sewage effluent: Soil and Leached Water Quality. *Agron. J.* 82: 939-946.
20. Kumar, P.B.A.N., V. Dushenkov, H. Motto and I. Raskin. 1997. The use of plants to remove heavy metal from soils. *Environ. Sci. Technol.* 29: 1232-1238.
21. Lindsay, W. L. 1979. *Chemical Equilibria in Soils*. John Wiley and Sons Pub., New York.
22. Lindsay, W. L. and W.A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Amer. Soc. J.* 42: 421-428.
23. Meli, S., M. Porto, 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. *Sci. Total Environ.* 285: 69-77.
24. Mojtahid, A., M. Lamiri, A. Hamdy and H. Elomary. 2001. Best management practices for reducing nitrogen pollution under irrigated sweet pepper with treated wastewater. PP: 55-62. *In: Geof Pearce, R., J. Changkim, S. Nairizi and A. Hamdy. (Eds.), International Workshop on Wastewater Reuse and Management*, Seoul, Korea.
25. Ochie Ardabili, M., S. Jamaatie Somarin, A. Abbasi, S. Hedayat, M. Hassanzadeh and R. Zabihi Mahmoodabady. 2010. Effect of nitrogen fertilizer and plant density on N, P, K uptake by potato tuber. *World Appl. Sci. J.* 8(3): 382-386.
26. Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Watanabe and L. A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. *USDA. Circ. 939*. U. S. Gover. Prin Office. Washington D.C.
27. Paolo, E.D. and M. Rinaldi. 2006. Yield response of corn to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. *Field Crops Res.* 125: 18-25.
28. Rosabal, A., E. Morillo, T. Undabeyia and C. Maqueda. 2007. Long-Term impact of waste water irrigation on cuban soil. *J. Environ. Qual.* 71(4): 43-49.
29. Selivanovskaya, S.Y., V.Z. Latypova, S.N. Kiyamova and F.K. Alimova. 2001. Use of microbial parameters to access treatment methods of municipal sewage sludge applied to grey forest soils of Tatarstan. *Agric. Ecosys. Environ.* 86: 145-153.
30. Smith, C.J., P. Hopmans and F. J. Cook. 1996. Accumulation of Cr, Pb, Cu, Ni, Zn and Cd in soil following irrigation with treated urban effluent in Australia. *Environ. Pollut.* 94: 317- 333.
31. Smith, S.J. and A.D. Scott. 1966. Extractable potassium in grundites illite: Method of extraction. *Soil Sci.* 102: 115-122.
32. Smith, S.R. 1994. Effect of soil pH on availability to crops of metals in sewage sludge-created soils. Nickel, copper and zinc uptake and toxicity to ryegrass. *Environ. Pollut.* 85: 321-327.
33. Tasadilas, C. D. and P.S. Wakalis. 2003. Economic benefit from irrigation of cotton and corn with treated wastewater. *Water Sci. Technol.* 4: 223-229.
34. Thomas, G.W. and W.L. Hargrove. 1984. The chemistry of Soil acidity. PP. 3-56. *In: Adams, F. (Ed.), Soil Acidity and Liming*. 2nd ed., American Society of Agronomy, Madison, WI.
35. Wang, Z., A.C. Chang, L. Wu and D. Crowley. 2003. Assessing the soil quality of long-term reclaimed wastewater irrigation cropland. *Geoderma* 114: 261-278.

Interaction of Treated Urban Effluent and Nitrogen on Soil Chemical Characteristics in Sweet Corn

M. J. Fereidooni^{1*}, H. Farajee¹, H. R. Owliaie² and E. Adhami²

(Received : Jan. 10-2011 ; Accepted : Jun. 5-2012)

Abstract

Effect of urban sewage and nitrogen on soil chemical characteristics in sweet corn was evaluated in Yasouj region at 2009. Five irrigation treatments were managed; common water during entire period of growing season as control (I1); urban sewage during the first half of growing season (I2); urban sewage during the second half of growing season (I3); alternate urban sewage and common water (I4) and urban sewage during entire period of growing season (I5) and three nitrogen rates ($N_0=0$, $N_{80}=80$ and $N_{160}=160$ kg N ha⁻¹) in a completely randomized design with three replications. Results indicated that the soil N, P and K concentrations in treatment I₅ had a significant difference compared to the other irrigation treatments. Irrigation levels were also exhibited a significant difference in soil organic matter and EC. Maximum and minimum of soil organic matter were observed in I₅ (%0.45) and in I₁ (%0.33), respectively. Maximum and minimum of soil EC were found in I₅ (2.0 dsm⁻¹) and in I₁ (1.4 dsm⁻¹), respectively. Irrigation treatments did not show a significant change in soil pH. The effect of irrigation and interaction between irrigation treatments and nitrogen rates were not significant on available forms of Fe, Zn, Cu and Mn in soil. The effect of nitrogen fertilizer was significant on soil N content. Maximum (%0.034) and minimum (%0.030) of soil nitrogen were noticed in N₁₆₀ and N₀, respectively.

Keywords: Treated urban effluent, Sweet corn, Yield, Nutrient elements, Nitrogen.

1. Grad. MSc. Student and Assis. Prof. of Agron. and Plant Breed., Respectively, College of Agric., Yasouj Univ., Yasouj, Iran.

2. Assis. Prof. of Soil sci., College of Agric., Yasouj Univ., Yasouj, Iran.

*: Corresponding Author, Email: fereidooni2010@yahoo.com