



بررسی تأثیر آبیاری با پساب فاضلاب تصفیه شده شهری در سه رقم گوجه فرنگی بر خصوصیات کیفی خاک

الهام نمازی^۱، ابراهیم پذیرا^۲، یعقوب حسینی^۳ و داود صمصام پور^۴
۱- دانشجوی دکتری فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران، ۲- استاد تمام گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران، ۳- استادیار گروه آب و خاک مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بندرعباس، ۴- استادیار گروه باغبانی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان

چکیده

بحران آب یکی از مسائل اساسی مناطق دچار خشکسالی متوالی مانند ایران است بنابراین استفاده از آب های نامتعارف در جایی که آب با کیفیت مناسب در دسترس نیست رو به فزونی است یکی از این منابع پساب شهری است. به کار گیری از پساب فاضلاب در کشاورزی بسته به خصوصیات آن می تواند سودمند یا زیانبار باشد و کیفیت پساب باید با توجه به اثرات آن بر روی خاک و گیاه ارزیابی شود. یکی از راه های کاهش اثرات زیانبار استفاده از ارقام مقاوم به شوری می باشد. لذا در این تحقیق اثر توام پساب تصفیه شده شهری و سه رقم مقاوم به شوری گوجه فرنگی بر خصوصیات خاک مورد بررسی قرار گرفته است. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. در این بررسی از تیمارهای آبیاری در ۵ سطح (آب معمولی، پساب فاضلاب شهری، ۲/۱ آب معمولی و ۲/۱ پساب فاضلاب شهری، ۴/۳ پساب فاضلاب شهری، ۴/۳ پساب فاضلاب شهری و ۴/۱ آب معمولی، ۴/۱ پساب فاضلاب شهری و ۴/۳ آب معمولی)، سه رقم گوجه فرنگی (سان سید، متین و یاقوت) در دوره ۸ ماهه استفاده گردید. و پارامترهای اندازه گیری شده شامل خصوصیات خاک همچون میزان اسیدیته خاک و میزان کلسیم و منیزیم و سدیم میزان سار و هدایت الکتریکی خاک اندازه گیری بوده است. نتایج نشان داد که در مورد خصوصیات خاک با افزایش نسبت پساب میزان شوری و SAR خاک افزایش می یابد. لذا با توجه به نتایج بدست آمده می توان بیان کرد که استفاده از پساب فاضلاب شهری بندرعباس با احتیاط باید صورت گیرد و توصیه می شود استفاده از آن به صورت مخلوط با آب معمولی یا به صورت آبیاری یکی در میان معمولی و پساب صورت گیرد و می توان از ارقام مقاوم به شوری برای کاهش اثرات زیانبار آبیاری با پساب بهره برد. واژه های کلیدی: آبیاری، پساب فاضلاب شهری تصفیه شده، خاک، کشاورزی

مقدمه

با توجه به بحران کمبود منابع آب و لزوم بهره برداری از منابع آب غیر متعارف، بهره گیری مطلوب و بهینه از پساب فاضلاب شهری یکی از مباحث مهم تحقیقاتی می باشد. در ایران تاکنون در مورد امکان بهره برداری از این منبع، تحقیقاتی صورت گرفته است ولی به نظر می رسد که در زمینه اعمال مدیریت صحیح در بهره برداری از پساب فاضلاب تصفیه شده در راستای حفظ شرایط زیست محیطی و افزایش راندمان بهره برداری لازم است، تحقیقات جامع تری صورت گیرد (نجفی و همکاران، ۱۳۸۳). به منظور آگاهی از اثرات کوتاه مدت آبیاری با پساب فاضلاب تصفیه شده شهری بر ویژگی های شیمیایی دو خاک لومی شنی و رسی شنی آزمایشی (مقصود مود و همکاران، ۱۳۹۰) با تیمارهای آبیاری کامل با آب شهری و تیمار ۵۰ درصد پساب و ۵۰ درصد آب معمولی و آبیاری کامل با پساب انجام گردید، نتایج نشان داد که استفاده از پساب میزان شوری و مواد آلی و میزان اسیدیته خاک و منگنر، کادمیوم و نیکل خاک را بالا می برد در پژوهشی (داوید و همکاران، ۲۰۰۱) که انجام شد نتایج نشان داد که استفاده از پساب باعث افزایش شوری و میزان سدیم جذبی خاک شده و استفاده از روش مدیریتی و روش های مناسب آبیاری می تواند تأثیرات شوری استفاده از پساب را تعدیل کند. کرونا و همکاران (۲۰۱۱) اثر استفاده از پساب را به عنوان آب آبیاری در خاک های آهکی مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که محتوی کربن آلی با استفاده از پساب به عنوان آب آبیاری در پلات ها زیاد شد. در این پلات ها قابلیت هدایت الکتریکی خاک افزایش یافته و همچنین میزان سدیم قابل دسترس نیز افزایش نشان داد. پایداری خاکدانه ها کاهش داشت.

با توجه به موارد بیان شده و گسترش سیستم جمع آوری فاضلاب و تصفیه فاضلاب در استان هرمزگان در طول سال های اخیر نیاز به انجام طرح های مطالعاتی در راستای استفاده مجدد از پساب فاضلاب دیده می شود در همین سو فعالیت پژوهشی حاضر بر روی استفاده مجدد از پساب فاضلاب تصفیه شده استان هرمزگان در کشاورزی صورت گرفته است.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

مواد و روش‌ها

الف) منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در شهر بندرعباس با جمعیت ۴۳۵۷۵۱ نفر در جنوب کشور ایران واقع شده است (عرض جغرافیایی ۲۷۱۲ درجه و طول جغرافیایی ۵۶۲۲) به صورت گلخانه ای انجام شده است و ارتفاع این شهر از سطح دریا ۱۰ متر و میانگین سالانه بارندگی ۹/۱۸۵ میلیمتر می باشد

ب) مواد به کار رفته

پساب تصفیه شده از تصفیه خانه فاضلاب بندرعباس تامین گردید که روش تصفیه به صورت لجن فعال بوده و فاضلاب مورد استفاده برای آزمایش از آخرین مرحله تصفیه برداشت شد و همچنین به عنوان تیمار شاهد از آب معمولی استفاده گردید. خاک شنی و رسی از ۱۰ کیلومتری جنوب بندرعباس منطقه نهالستان و بستانو برداشت گردید. سه رقم نشای گیاه گوجه فرنگی نیز از سازمان جهاد کشاورزی تهیه گردید.

ج) روش انجام تحقیق

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در چهار تکرار اجرا گردید. جهت انجام تحقیق، تیمارهای سه رقم گوجه فرنگی (متین، یاقوت و سان سید)، آبیاری در ۵ سطح (آب معمولی، پساب فاضلاب شهری، ۲/۱ آب معمولی و ۲/۱ پساب فاضلاب شهری، ۴/۳ پساب فاضلاب شهری و ۴/۱ آب معمولی، ۴/۱ پساب فاضلاب شهری و ۴/۳ آب معمولی) در حین رشد سطوح مختلف پساب اعمال گردید.

پس از اتمام دوره کشت خاک گلدان‌ها استخراج شد و پس از کوبیدن خاک و گذراندن از الک ۲ میلیمتری عصاره خاک با دستگاه عصاره گیر تهیه و جهت محاسبه املاح و بعضی خواص به آزمایشگاه منتقل شد میزان کلسیم و منیزیم به روش کربوسلی و همکاران تعیین و میزان سدیم خاک توسط فلیم فتومتری مشخص گردید. برای اندازه گیری اسیدیته (مسی ند، ۱۹۸۲) و EC (کلوت، ۱۹۸۶) توسط دستگاه pH و هدایت سنج دیجیتال قرائت شد. پس از اندازه گیری میزان سدیم و کلسیم و منیزیم خاک به روش‌های فوق الذکر میزان نسبت سدیم جذبی خاک از روی فرمول (۱) محاسبه می شود:

$$SAR = \frac{[Na]}{\sqrt{1/2[(Ca)+(Mg)]}} \quad (1)$$

د) آنالیز آماری

بر روی داده های جمع اوری شده آنالیز واریانس صورت گرفت و در نهایت داده ها حاصل با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و مقایسه میانگین بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

الف) تجزیه واریانس

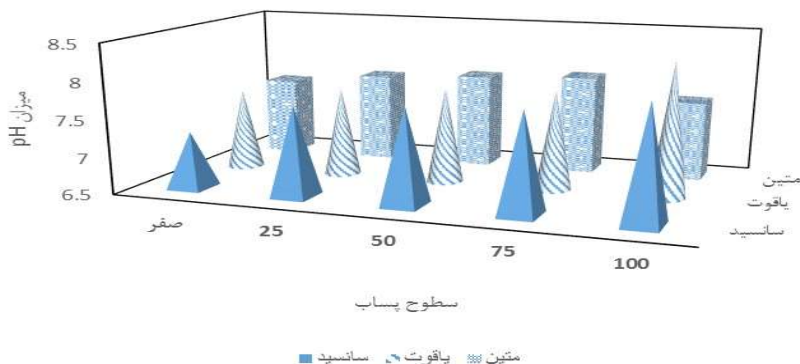
نتایج تجزیه واریانس در رابطه با صفات مربوط به خاک در جدول (۱) ارائه شده است و این نتایج نشان می دهد تمامی صفات مورد مطالعه در بخش روبشی در سطح ۱ درصد برای منبع تغییر اثر متقابل این دو متغیر، سطوح پساب و رقم معنی دار بوده است. جدول (۱): تجزیه واریانس داده ها در رابطه با صفات مربوط به خاک

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)	
		pH خاک	EC خاک
اثر متقابل رقم و سطوح پساب	۸	۰.۱۰۶/۰	۳۸/۳**
خطا	۶۰	۰.۰۰۵/۰	۷۶/۰
ضریب تغییرات (C.V) %		۳/۰	۲/۵

**، * و ° به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد

ب) تاثیر آبیاری با پساب فاضلاب

مقایسه میانگین صفات مربوط به خاک از نظر اثر متقابل نوع رقم و سطوح پساب (شکل ۱) نشان داده است که میزان pH خاک در همه ارقام با افزایش نسبت پساب افزایش می یابد (جدول ۲) که این افزایش در همه ارقام به جز رقم متین معنی دار بوده است. در رقم متین بین نسبت های ۷۵ و ۱۰۰ تفاوت معنی داری دیده نشده است و در سه رقم تغییرات میزان اسیدیته خاک در سطح ۱۰۰ درصد تفاوت معنی دار بوده است و در بقیه سطوح تفاوت معنی داری مشاهده نشده است و بیشترین میزان این صفت در رقم یاقوت در رقم یاقوت و سطح ۱۰۰ درصد بوده است.



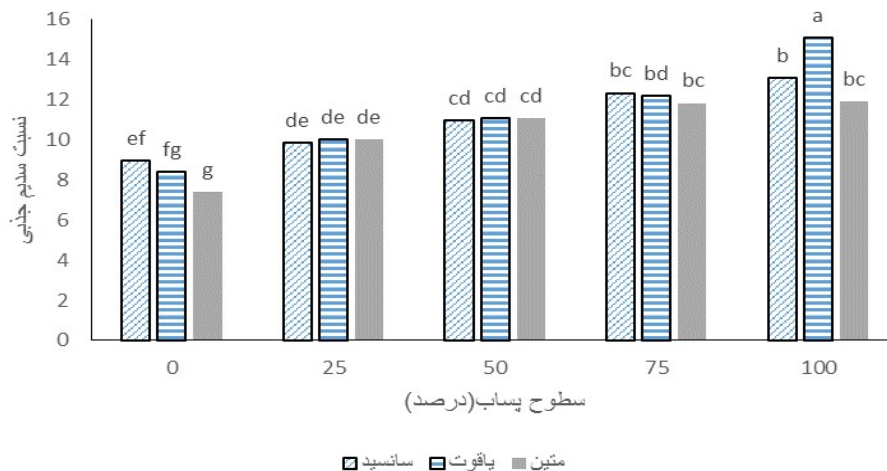
شکل (۱)- مقایسه میانگین pH خاک تحت تأثیر اثر متقابل سه فاکتور رقم، نسبت پساب فاضلاب در آب آبیاری و بافت خاک

بررسی تغییرات شوری خاک (جدول ۲) نشان داده است که در همه ارقام با افزایش نسبت پساب شوری خاک افزایش پیدا کرده است که در هر یک از ارقام این افزایش در سطوح ۰،۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد با سطوح ۱۰۰ درصد تفاوت معنی داری داشته است در ارقام سانسید و یا قوت بین سطوح ۲۵ و ۵۰ درصد و در رقم متین بین سطوح ۷۵ و ۱۰۰ درصد تفاوت معنی داری مشاهده نشده و در بقیه سطوح تفاوت معنی دار بوده است و فقط در سطح ۱۰۰ درصد تفاوت معنی داری بین سه رقم دیده شده است و در بقیه سطوح آبی بین این سه رقم تفاوت معنی داری مشاهده نشده است.

جدول (۲)-تأثیر سطوح پساب و رقم بر روی میزان شوری خاک

میانگین	سطوح پساب (درصد)			
متین	یا قوت	سانسید	رقم	
۷۶۱/۲	۶۴۴/۲	۷۷۳/۲	۸۶۶/۲	صفر
۴۸۰/۳	۴۲۸/۳	۴۹۰/۳	۵۲۰/۳	۲۵
۷۰۲/۳	۸۱۰/۳	۷۳۷/۳	۵۵۸/۳	۵۰
۵۹/۵	۹۸۷/۴	۱۰۲/۵	۰۸۸/۵	۷۵
۲۴۶/۶	۱۲۲/۵	۹۹۵/۷	۶۲۳/۵	۱۰۰
	۹۹۸/۳	۶۱۹/۴	۱۳۱/۴	میانگین

میانگین های موجود در هر ردیف که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۵% آزمون دانکن اختلاف معنی داری با هم ندارند. نتایج مربوط به میزان نسبت سدیم جذبی خاک (شکل ۲) نشان داده که در همه ارقام با افزایش نسبت پساب این شاخص افزایش داشته است در رقم سانسید بین سطوح ۰، ۲۵ و ۵۰ و ۷۵ و ۱۰۰ درصد تفاوت معنی داری دیده نشده است. در رقم یا قوت بین سطوح ۲۵ و ۵۰، ۵۰ و ۷۵ تفاوت معنی داری مشاهده نگردید و در رقم متین سطح صفر با بقیه سطوح تفاوت معنی داری داشته است و سطوح صفر، ۲۵ و ۵۰ و ۷۵ و ۱۰۰ درصد تفاوت معنی داری نداشته اند. در هر یک از سطوح آبی بین سه رقم تفاوت معنی داری دیده نشده است.



شکل (۲)- تاثیر نوع رقم و سطوح پساب بر روی میزان نسبت سدیم جذبی خاک

نتایج کلی مقایسه میانگین خصوصیات خاک نشان داده است که با افزایش نسبت پساب فاضلاب تصفیه شده میزان خصوصیات خاک از جمله شوری خاک و میزان نسبت سدیم جذبی خاک افزایش یافته است ولی تفاوت معنی داری بین نوع رقم در هر یک از سطوح آبی دیده نشده است. پیرا و همکاران (۲۰۰۹) نیز تاثیر استفاده از پساب فاضلاب شهری تصفیه شده را بر روی خاک اکسی سول ها در برزیل مورد بررسی قرار دادند و در نهایت نتیجه گرفتند که غلظت سدیم و سار و شوری خاک (EC) خاک با افزایش نسبت پساب در هر زمانی افزایش یافته است که با نتایج این مطالعه هم خوانی دارد (پریپرا و همکاران، ۲۰۰۹) تحرک بالای سدیم در خاک بعلاوه سدیم اضافی که توسط پساب تصفیه شده به خاک اضافه شده به عنوان فاکتور اصلی در بالابردن سطوح سدیم در خاک و در محلول خاک در پایان آزمایش معرفی می شود. این تغییرات منجر به افزایش دیسپرس ذرات رس و از بین رفتن خاکدانه ها و منافذ خاک می شود که همه این عوامل منجر به کاهش نفوذپذیری خاک می شود (بوند، ۱۹۹۸) افزایش سطح سدیم قابل تبادل یکی از ویژگی هایی خاک است که بعد از اضافه کردن پساب فاضلاب شهری برای رنج گسترده از سیستم های کشت مشاهده شده است (دافونسیکا، ۲۰۰۷).

منابع

- کریم زاده م، علیزاده ا و م محمدی آریا. ۱۳۹۱. اثرات آبیاری با پساب بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک. نشریه آب و خاک ۲۶ (۶): ۱۵۵۳-۱۵۴۷.
- نجفی پ. موسوی س ف و م فیضی. ۱۳۸۴. بررسی اثرات کاربرد پساب فاضلاب تصفیه شده شهری در روش های مختلف آبیاری سیب زمینی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۲(۱): ۶۱-۷۰.
- A.O.A.C. ۱۹۷۵. Official method of analysis of the association of official analytical chemists. ۱۲th ed. Washington D.C. pp. ۳۷۷-۳۷۸, ۷۷۷.
- Abedi-Koupai, j., Mostafazadeh-fard, B., Afyuni, M., and Bagheri, M. R. ۲۰۰۶. Effect of treated wastewater on soil chemical and physical properties in an arid region. *Plant Soil and Environment*, ۵۲(۸), ۳۳۵-۳۴۴.
- Al Salem, S.A., ۱۹۹۶. Environmental considerations for wastewater reuse in agriculture. *Water Sci. Technol.* ۳۳ (۱۰-۱۱), ۳۴۵-۳۵۳.
- Da Fonseca, A.F., Melfi, A.J., Monteiro, F.A., Montes, C.R., Almeida, V.V., Herpin, U., ۲۰۰۷b. Treated sewage effluent as a source of water and nitrogen for Tifton ۸۵ bermudagrass. *Agric. Water Manage.* ۸۷, ۳۲۸-۳۳۶.
- Gunes, A., Inal, A., & Alpaslan, M. ۱۹۹۶. Effect of salinity on stomatal resistance, proline, and mineral composition of pepper. *Journal of Plant Nutrition*, ۱۹, ۳۸۹-۳۹۶.
- Jean E. T. McLain * Clinton and F. Williams. ۲۰۱۲. Assessing environmental impacts of treated wastewater through monitoring of fecal indicator bacteria and salinity in irrigated soils. *Environ Monit Assess.* ۱۸۴: ۱۵۵۹-۱۵۷۲.
- Klute, A. (۱۹۸۶). *Methods of soil analysis. part ۲-chemical and biochemical methods.* Second edition. Agronomy



- No.9. American Society of Agronomy, Inc Soil Science of American, Inc. Publisher Madison, Wisconsin, USA.
- Korboulewsky, N., S. Dupouyet and G. Bonin. (۲۰۰۲). Environmental risks of applying sewage sludge compost to vineyards; CARBON, heavy metals, nitrogen and phosphorus accumulation. *J. Environ. Qual.* ۳۱: ۱۵۲۲-۱۵۲۷.
- McNeal, E. O., (۱۹۸۲). Soil pH and lime requirement. In: Page, A.L. Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds.), *Methods of Soil Analysis Part ۲. Chemical and Microbiological Properties*. ASA Inc. SSSA Inc. Publishers, NY, USA,
- Najafi, P. ۲۰۰۶. Effects of using subsurface drip irrigation and treated municipal wastewater in irrigation in small communities. *Agric. Water Manag.*, ۳۸: ۲۳۳-۲۳۴.
- Papadopoulos, F. Parissopoulos G, Papadopoulos A, Fdragas A, Ntanos D, Prochaska C and I Metaxa. ۲۰۰۹. Assessment of Reclaimed Municipal Wastewater Application on Rice Cultivation. *Environmental Management*. ۴۳: ۱۳۵-۱۴۳.
- Rattan R.K., Datta S.P., Chhonkar P.K., Suribabu, K. and A.K. Singh. ۲۰۰۵. Long-term impact of irrigation with sewage effluents on heavy metal content in soils, crops and groundwater—a case study. *Agriculture, Ecosystems and Environment* ۱۰۹: ۳۱۰-۳۲۲.
- Santos, A.P.R., ۲۰۰۴. Efeito da irrigação com efluente de esgoto tratado, rico em matéria orgânica, em propriedades químicas e físicas de um argissolo vermelho distrofico cultivado com capim-Tifton ۸۵. M.S. Thesis., ESALQ, University of São Paulo.
- Sepaskhah, A.R and Karizi A. ۲۰۱۱. Effects of alternative use of waste water and fresh water on soil saturated hydraulic conductivity. *J of Agronomy and Soil Science*. ۵۷: ۱۴۹-۱۵۸.
- Shevlin, V., O. Delgado, A. Mousatov & Aryjov, ۲۰۰۴. Soil resistivity measurements for clay content estimation and its application for petroleum contamination study, SAGEEP, Colorado. Springs, P: ۳۹۶-۴۰۸.
- Tillman, R.W., Surapaneni, A., ۲۰۰۲. Some soil-related issues in the disposal of effluent on land. *Aust. J. Exp. Agric.* ۴۲, ۲۲۵-۲۳۵.
- Toze, S., ۲۰۰۶. Reuse of effluent water—benefits and risks. *Agric. Water Manage.* ۸۰, ۱۴۷-۱۵۹.
- Vogeler I. ۲۰۰۹. Effect of long-term wastewater application on physical soil properties, water air soil pollut. ۱۹۶: ۳۸۵-۳۹۲.