نخستین همایش ملی کم‌آبیاری و استفاده از آب‌های نامتعارف در کشاورزی مناطق خشک
قطب علمی مدیریت کم‌آبیاری و آب نامتعارف
۲۹ و ۳۰ بهمن ۱۳۹۹

بررسی اثر پساب تصفیه شده شهری بر خصوصیات شیمیایی خاک و گیاه آفتابگردان

پیوند پاپن [۱*]، علی مختاران [۲]، وحید مرادی نسب [۳]

چکیده

استفاده از فاضلاب‌های شهری، باعث صرفه‌جویی در استفاده از منابع آب و کاهش آلودگی آن می‌شود و میزان آب و مواد غذایی در دسترس گیاهان را افزایش می‌دهد اما وجود فلزات سنگین در پساب فاکتور محدودکننده استفاده از آن می‌باشد. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر کاربرد پساب فاضلاب بر کیفیت خاک، آلایش عناصر سنگین در خاک و گیاه و نیز عملکرد گیاه صورت گرفته است. این مطالعه با دو تیمار گیاهی (آفتابگردان و شاهد) تحت آبیاری با پساب و آب معمولی و سه تکرار در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی طراحی و اجرا شد. نتایج نشان داد پساب کاربردی نه تنها باعث افزایش شوری خاک نشده بلکه با شوری کم خود قادر است نمک های احتمالی موجود در لایه سطحی پروفیل خاک را به پایین منتقل نماید. یکی از فواید سودمند پساب کاربردی افزایش معنی‌دار عناصر فسفر، ازت و مواد آلی خاک می‌باشد. کاربرد پساب وزن مخصوص ظاهری و پایداری خاکدانه‌ها را به ترتیب نسبت به شاهد کاهش و افزایش داد. علاوه بر آن میزان عناصر سنگین کادمیوم و سرب را در خاک افزایش داده ولی در حدود مجاز باقی مانده است. نتایج آنالیز گیاهی نیز نشان داد که پساب فاضلاب باعث افزایش معنی‌دار عناصر فسفر و پتاسیم در مقایسه با شاهد شدند. علاوه بر آن میزان عناصر سنگین در اندام‌های گیاهی در مقایسه با شاهد بیشتر شد. عملکرد گیاه نسبت به شاهد افزایش معنی‌دار داشته است.

واژه‌های کلیدی: *پساب، آلایش، خاک، گیاه، کادمیوم.*

مقدمه

رشد روز افزون جمعیت جهان، همگام با گسترش فعالیتهای کشاورزی و صنعتی در جهت تامین مواد غذایی از یک سو و وقوع خشکسالی‌های پی در پی در سالهای اخیر از سوی دیگر، باعث شده است که بهره‌برداری از منابع آب شیرین در اکثر کشورهای واقع در کمربند مناطق خشک به اوج خود رسیده و فشار زیادی به منابع آب وارد شود[۱۳]. ایران از جمله کشورهایی است که با محدودیت منابع آب شیرین مواجه است این موضوع باعث بروز بحران آب در دراز مدت خواهد شد از راهکارهای مقابله با این بحران استفاده ازمنابع آب شور و نامتعارف(آب

[۱] دکتری خاکشناسی، کارشناس سازمان آب و برق خوزستان ،۰۹۱۶۳۰۶۳۵۷۵ و ایمیل (*payvand_p2006@yahoo.com)
[۲] استادیار دانشکده علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز
[۳] دکتری خاکشناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز

فاضلاب تصفیه شده)، بهبود مدیریت آبیاری، افزایش بهره وری آب و تغییر الگوی کشت است [۷] . فاضلاب تصفیه شده یکی از منابع آب برای کشاورزی در اکثر مناطق خشک و نیمه خشک جهان مثل ایران به شمار می رود .در بسیاری از مناطق کشور ورود فاضلاب‌های تصفیه نشده به محیط باعث آلودگی رودخانه ها، آبهای زیرزمینی و مسیل های شهری گردیده است .یک از بهترین شیوه های دفع پساب فاضلاب، تصفیه و استفاده از آن در کشاورزی است[۶]. دسترسی به پساب فاضلاب به عنوان یک منبع مطمئن و دائمی آب و مواد مغذی، موجب می شود در زمان بحرانی نیاز گیاه به آب و کود تامین شود و از طرف دیگر میزان املاح پساب در برخی موارد پایین تر از میزان املاح آب های زیر زمینی مورد استفاده در کشاورزی می‌باشد و علاوه بر آن می توان به صورت کود محلول جهت کشت و زرع و جنگل کاری مورد استفاده قرارداد[۸].

از نظر غذایی پساب حاوی سه عنصر ضروری N.P,K می باشد و علاوه بر آن عناصر ریز مغذی لازم برای رشد گیاهان نیز اغلب در پساب وجود دارد. مقدار ازت و پتاسیم موجود در پساب غالباً به گونه ایست که نیاز گیاهان به این عناصر را در طی دورهٔ رشد بر آورد می‌نماید. یکی از مزایای آبیاری با پساب این است که مواد غذایی به تدریج در اختیار گیاه قرار می‌گیرد در صورتی که مصرف کودهای شیمیایی یکباره مقادیر زیادی از عناصر غذایی را در خاک وارد می‌نماید که بخش عمده‌ای از آن به طرق مختلف از دسترس گیاه خارج می‌شود[۲]. تعدادی از محققان نشان دادند که آبیاری با آب فاضلاب باعث افزایش معنی‌دارعملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گیاه آفتابگردان می-شود[۱۲]. مواد غذایی موجود در آب فاضلاب شرایطی را برای رشدگیاهان فراهم می‌کند که بدون مصرف کودهای شیمیایی، باعث افزایش رشد رویشی و زایشی گیاه می‌شود [۴]. از آنجاییکه پساب جزو منابع غیر متعارف آب محسوب می‌شود کاربرد آن در کشاورزی نیازمند مدیریت خاصی است که ضمن بهره‌گیری مطلوب از آن، مخاطرات زیست محیطی و بهداشتی را در خاک، گیاه و منابع آب سطحی و زیر زمینی به همراه نداشته باشند.

فاضلاب ممکن است بسته به منشاء آن، حاوی مقداری از مواد بالقوه مضر مانند فلزات سنگین و عوامل بیماری زا باشد که در خاک و سیستم های بیولوژیکی تجمع یافته و باعث ایجاد سمیت شود[۱۴]. حد مجازی که برای فلزات سنگین که در آبیاری در نظر گرفته می‌شود به این معنی نیست که چنانچه غلظت این فلزات در آب بیشتر شود باعث مسمومیت گیاه می‌شود، بلکه با توجه به این که فلزات در خاک تثبیت می‌شوند و طی زمان تجمع می‌یابند، لذا سرانجام غلظت این عناصر در خاک به حد سمی خواهد رسید(جدول۱)[۵، ۱۵]. گزارش شده است که آبیاری گیاهان زراعی با آب فاضلاب باعث افزایش غلظت فلزات سنگین در خاک و گیاه می‌شود [۹]. احتمال افزایش شوری خاک در صورت استفاده از آب فاضلاب دراراضی کشاورزی توسط برخی از پژوهشگران گزارش شده است [۱]. بنابراین انتخاب گونه و رقم مناسب در شرایط آبیاری با آب فاضلاب اهمیت بالایی خواهد داشت [۲]. هدف از اجرای این پژوهش بررسی میزان آلایش خاک و گیاه آفتابگردان در شرایط آبیاری با آب فاضلاب تصفیه شده بوده است.

جدول ۱- حد استاندارد فلزات سنگین در خاک mg/kg

عنصر	AS	MO	Cd	Co	Cr	Ca	Ni	Pb	Zb	Se
حد استاندارد خاک	۷/۵	۲	۲	۱۵	۱۲۰	۱۰۰	۱۸	۵۰	۱۸۵	۱/۴

مواد و روشها

آزمایش حاضر در سال زراعی ۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام گردید. بعد از انجام عملیات تهیه زمین، عملیات کشت گیاه آفتابگردان در کرت هایی به ابعاد ۱/۵در ۲/۵ متر و فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر در سه تکرار صورت گرفت . فرآیند تصفیه پساب در سه مرحله : آشغالگیری و دانه گیری، پمپاژ و هوا دهی گسترده و نهایتاً زلال سازی انجام می شود. پساب کاربردی از آخرین مرحله تصفیه برداشت گردید. آبیاری با پساب در کرت اصلی به طور متوسط هر ۶ روز یک بار و در کرت شاهد آبیاری مطابق عرف منطقه صورت گرفت. برخی ویژگی های شیمیایی پساب با روش معمول اندازه گیری شد پس از طی دوره ۹روزه نمونه برداری از کرت اصلی و شاهد از عمق ۳۰-۰ سانتی متر انجام و آنالیز خصوصیات شیمیایی و برخی خصوصیات فیزیکی صورت گرفت. پس از آن از ریشه و اندام های هوایی گیاه نمونه برداری شد و آنالیز گیاهی شامل اندازه گیری غلظت عناصر سنگین و هم چنین وزن خشک گیاه انجام گردید. داده ها با حدود مجاز مقایسه و برای ارزیابی و بررسی تیمارهای اعمال شده و میزان تاثیر آنها ، تجزیه و تحلیل آماری انجام شد.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

خصوصیات خاک و پساب کاربردی

خصوصیات خاک مورد مطالعه و نتایج تجربه شیمیایی پساب به ترتیب در جداول ۲و۳ نشان داده شده است. میزان EC,PH در پساب کاربردی به ترتیب ۷/۸۳ و ۰/۴۷ دسی زیمنس بر متر می باشد که با توجه این مقادیر محدودیتی برای رشد گیاه فراهم نمی آورند، به عبارت دیگر پساب کاربردی نه تنها از لحاظ شوری اثر سوئی نداشته بلکه با شوری کم خود قادر است نمک‌های احتمالی موجود در لایه سطحی پروفیل خاک را داشته و به نقاط پایین تر از محدوده ریشه انتقال دهد. علاوه بر آن نتایج آنالیز پساب در ارتباط با عناصر سنگین نیز نشان داد که با در نظر گرفتن حدود استاندارد تعیین شده برای این عناصر در آب آبیاری ، پساب آلاینده نمی باشد. مقدار ماده آلی نسبتاً زیاد آن می تواند اثرات مطلوبی بر کیفیت خاک بگذارد و این امر در خاکهای ایران که با کمبود مواد آلی مواجه هستند حائز اهمیت می‌باشد.

جدول ۲- خصوصیات پساب کاربردی									
	P(ppm)	K(ppm)	N	Ca	mg	Na	Fe	Mn	EC	pH
			(mg/lit)							
پساب	۱۴/۳	۱۲/۵	۴۱/۹	۱۲/۸	۶/۵	۶۲/۱	/۴۹۱ ۰	/۱۳۴ ۰	۰/۴۷	۷/۸۳

اثرات پساب بر خصوصیات خاک

جدول ۳- خصوصیات خاک مورد مطالعه								
عمق خاک (cm)	بافت	OM(٪)	Ec(ds/m)	pH	آهک(٪)	P(mg/kg)	K(mg/kg)	N(٪)
۰-۳۰	لومی-رسی	۰/۲	۳/۵	۷/۵	۳۰	۱۶/۵	۲۸۰	۰/۰۶

پیش از شروع آبیاری ازت خاک کم بوده ولی در اثر آبیاری با پساب مقدار آن افزایش معنی داری را نشان می دهد. دلیل این امر این است که پساب فاضلاب حاوی مقادیر قابل توجهی نیتروژن آلی و معدنی است که پس از افزودن به خاک به تدریج نیتروژن آلی روند معدنی شدن را پیش گرفته و به نیتروژن نیتراتی تبدیل می شود[۵]. افزایش ازت خاک های آبیاری شده با پساب یکی از فواید سودمند کاربرد پساب می باشد. مقایسه میانگین های فسفر نشان داد که آبیاری با پساب فسفر قابل جذب خاک را به طور معنی داری افزایش می دهد و با توجه به اینکه تحرک و پخش فسفر در خاک کم است، در اثر استفاده دراز مدت از پساب موضوع انباشته شدن فسفر در خاک های زراعی باید مد نظر قرار گیرد زیرا در نتیجه فرآیند تجزیه مواد آلی ، اسید هومیک تولید شده که منجر به افزایش ترکیب فسفر هومیک شده و نهایتاً افزایش میزان فسفر قابل دسترس می گردد[۱۰]. کاربرد پساب اثر معنی دار بر میزان پتاسیم نداشته است، چون خاکهای منطقه مورد مطالعه دارای کانی های ایلایت بوده که ظرفیت تثبیت بالایی برای یون پتاسیم دارند در نتیجه پتاسیم تثبیت شده و از محلول خاک خارج می گردد(جدول۴). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف PH در کرت اصلی با شاهد معنی دار نمی باشد، تغییرات اسید یته خاک به دلیل گنجایش بافری بسیار بالای خاک مخصوصاً خاک های آهکی به آسانی امکان پذیر نمی باشد اما به دلیل تولید یون هیدرونیوم و وجود واکنش های اسید زا مقدار PH خاک، کمی کاهش یافته که خود سبب افزایش حلالیت کربنات های کلسیم ومنیزیم می شود. فاکتورهای فیزیکی بررسی شده شامل وزن مخصوص ظاهری و پایدار خاکدانه ها به علت افزایش مواد آلی و تشدید فعالیت میکروبی در اثر کاربرد پساب به ترتیب کاهش و افزایش یافته است . میزان انباشت عناصر سنگین کادمیوم و سرب در خاک تحت آبیاری با پساب در مقایسه با شاهد افزایش داشته اما این افزایش در محدوده استاندارد بوده و وضعیت بحرانی از لحاظ آلودگی ایجاد نمی کند. تحقیقات نشان دادند که بیشترین فلزات سنگین آزاد شده در خاک در نتیجه تجزیه مواد آلی پساب، جذب اختصاصی ذرات خاک شده و یا رسوب می‌کند که به دلیل آهکی بودن خاک مورد مطالعه، خاصیت بافری کربنات کلسیم و رس زیاد قابلیت جذب آنها کاهش می‌یابد.

جدول ۴ - تجزیه واریانس اثر کاربرد پساب بر غلظت نیتروژن ، فسفر و پتاس خاک

منابع تغییر	درجه آزادی	N(٪)	P(mg/kg)	K(mg/kg)
تکرار	۲	۰/۰۰۶	۲۶۲۰/۲۱ **	۲۹۱۴۱/۲۳ **
تیمار	۱	۰/۰۱	۶۳۶۱/۲۳ **	۶۷۱۵/۳۱ **
خطا	۳۲	۰/۰۰۳	۱۲۳/۴	۱۳۴۱/۷۶ **

اثر کاربرد پساب بر سلامت گیاه و عملکرد آن

نتایج نشان داد که ریشه گیاه آفتابگردان تحت آبیاری با پساب دارای غلظت بالاتر عناصر آهن، روی، کادمیوم ،مس و منگنز نسبت به شاهد می باشد(جدول۵). اما در اندام هوایی گیاه فقط غلظت عنصر منگنز و روی افزایش داشت و غلظت سرب در اندام هوایی نسبت به شاهد اختلاف نداشت. بسیاری از تحقیقات انجام گرفته PH را به عنوان فاکتور مهم کنترل کننده جذب کل و نسبی کادمیوم و سرب معرفی کرده اند و جذب کادمیوم در PH های پایین را بیش از PH های بالا دانسته اند[۷]. علاوه بر آن مسئله رقت رشد نیز گزارش شده است به این معنی که با کاربرد پساب فاضلاب و افزایش عملکرد محصول در تیمارها و علی رغم افزایش جذب برخی عناصر سنگین توسط گیاه غلظت این عناصر رقیق تر شده و کمتر به نظر می رسد[۶].به نظر می‌رسد که آبیاری با آب فاضلاب به دلیل غنی بودن از عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و ریزمغذیها، باعث بهبود رشد رویشی گیاه در شرایط عدم استفاده از کودهای شیمیایی گردیده است و هیچگونه از علائم سمیت در گیاه مشاهده نشد و نتایج آنالیز گیاهی نیز موید این مطالب می باشد، عملکرد دانه گیاه نیز افزایش معنی دار یافته است.

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر تیمار پساب بر عناصر کم مصرف و سنگین در گیاه

منابع تغییر	درجه آزادی	Fe	Zn	Pb	Cd
تکرار	۲	۳۷۶۱/۵ *	۴/۳	۱۷/۲	۵/۸ *
تیمار	۱	۲۸۰۳/۲ *	۷۳۲/۱ **	۳/۵	۳/۸

خطا	۳۲	۹۲۳/۷	۴۳/۴	۱/۸۰	۱/۶

نتیجه‌گیری کلی

پساب به علت داشتن عناصر معدنی قابل جذب و نیز مقدار زیاد مواد آلی می تواند کیفیت خاک را بهبود بخشد اما در استفاده دراز مدت از پساب باید به موضوع انباشتگی عناصر سنگین و اثر آلایندگی آنها برروی خاک و گیاه توجه شود. نیتروژن، فسفر و پتاسیم مهم ترین عناصر غذای پر مصرف موجود در پساب می باشد و مقدار آنها از نیتروژن به فسفر و پتاسیم کاهش می یابد. بیشتر عناصر سنگین هنگام تصفیه پساب از آن جدا شده و خود را بیشتر در لجن فاضلاب نشان میدهد. با توجه به اینکه استان خوزستان جزء مناطق خشک و کم آب می باشد با احداث سیستم جمع آوری و تصفیه فاضلاب که در آینده امری ناگزیر است، حجم عظیمی از پساب در اختیار خواهد بود که دفع مستقیم آن از طریق رودخانه آثار منفی بهداشتی و زیست محیطی به وجود خواهد آورد. بنابراین با کاربرد پساب بر پایه مدیریت صحیح ، تطبیق میزان منابع آلوده کننده آن با استاندارد های ارائه شده بین المللی ، بررسی و شناخت عناصر جذبی آن می توان از ارزش های بالقوه این منبع به نحو شایسته و مطلوبی استفاده کرد. آنچه که در مدیریت باید مد نظر قرار داد این است که ویژگی های گیاه و خاک در برابر پساب متفاوت می باشد و این گوناگونی استفاده از پساب را دشوارتر نموده است. لذا پیشنهاد می شود آبیاری با اینگونه آب های کم کیفیت در مزارعی اعمال شود که تحت کشت گیاهانی با تمایل کمتر به جذب و تجمع اینگونه عناصر می باشند. چرا که استفاده مداوم و مستمر از اینگونه آب ها با توجه به تدریجی بودن تجمع این عناصر در خاک و به تبع آن در گیاه امکان خروج از حدود استاندارد را تشدید می کند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از دفتر پژوهش‌های کاربردی سازمان آب و برق خوزستان به واسطه حمایت‌های مالی قدردانی می‌نمایند.

مراجع

[1] Bolan, N. S. and V. P. Duraisamy. 2003. Role of inorganic and organic soil amendments on immobilisation and phytoavailability of heavy metals: A review involving specific case studies. Aust. J. Soil Res. 41:533-555.

[2] Castro, E., M. P. Manas and J. De Las Heras. 2011. Effects of wastewater irrigation on soil properties and turfgrass growth. Water Sci. Tech. 63:1678-88.

[3] Emongor , V. E. and Ramolemana G . M. , 2004 . Treated Sewage Effluent (water) Potential to be Used for Horticultural production in Botswana . Physics and Chemisttry of the Earth , 29 : 1101 – 1108 .

[4] Esmailiyan, Y., M. Heidari and A. Ghanbari. 2008. Effect of municipal wastewater with manure and chemical fertilizer on grain yield and yield components in corn (KoSc704). J Agron. 7: 227–280.

[5] Hach ., 2002 . Water Analysis Handbook , Loveland , Colorado , USA , 61 – 62 .

[6] Kalavrouziotisa, I. K. and C. A. Apostolopoulos. 2007. An integrated environmental plan for the reuse of treated waste water effluents from WWTP in urban areas. Building Environ. 42: 1862-1868.

[7] Lazarova, V., B. Levine, J. Sack, G. Cirelli, P. Jeffrey, H. Muntau, M. Salgot and F. Brissaud. 2001. Role of water reuse for enhancing integrated water management in Europe and Mediterranean countries. Water Sci. Technol. 43: 25-33.

[8] Madejon, P., T. Maranon and J. M. Murillo. 2006. Biomonitoring of trace elements in the leaves and fruits of wild olive and holm oak trees. Sci. Total Environ. 355: 187- 203.

[9] Masona, C., M. Loveness, M. Stenly and M. Revai. 2011. Assessment of heavy metal accumulation in wastewater irrigated soil and uptake by maize plants (Zea Mays L) at Firle farm in Harare. J. Sustain. Dev. 4:132-137.

[10] Meli , S . , Porto , M ., Belligno , A., Bufo , S. A., Mazzatura , A. and Scopa , A . , 2002 Influence of Irrigation with Lagooned Urban Wastewater on Chemical and Microbiological Soil Parameters in a Citrus Orchard under Mediterranean Condition . The Science of Total Environment , 285 : 69 – 77.

[11] Singh , R.P., and Agrawal , M . , 2007 . Potential Benefits and Risks of Land Application of Sewage Sludag . Waste Management .

[12] Safi-Naz, S. Z. and M. M. Shaaban. 2015. Impact of treated sewage water irrigation on some growthparameters, yield and chemical composition of sunflower (Helianthus annuus L.) plants. Int. J. Chem. Tech.Res. 9: 114-122.

[13] Salehi, A., M. Tabari, J. Mohammadi and A. Aliarb. 2008. Effect of irrigation with municipal effluent on soil and growth of Pinus eldarica trees. Iran. J. Forest Poplar Res. 2: 186-196. (In Persian with English abstract).

[14] Sharma, R. K., M. Agrawal and F. Marshall. 2007. Heavy metal contamination of soil and vegetables in suburban areas of Varanasi, India. Ecotoxicol. Environ. Safety. 66 (2): 258-266.

[15] Toze , S ., 2006 . Reuse of Effluent Water – Benefits and Risks . Agricultural Water Management , 80 : 147 – 159.