Archive of SID

بررسی تأثیر کاربرد پس آب فاضلاب شهری تبریز، بناب و مراغه بر خصوصیات خاک و کیفیت سه محصول پیاز، گوجه‌فرنگی و یونجه

احمد بایبوردی*[۱]، حامد رضایی[۲]، حسن منیری فر[۳]، نسرین حاجی حسنی[۴]، پریسا زرگری پور[۵]، رسول احمدی عدلی[۶]، صدقعلی زمانی[6]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۲۵)

چکیده

به‌منظور بررسی میزان عناصر و فلزات سنگین در آب‌ها و مناطق در گیاهان مختلف، آزمایشی دوساله در مزرعه آزمایشی دانشگاه تبریز طی سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ به‌صورت فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. عامل اول شامل دو سطح آب (آب چاه و فاضلاب) و عامل دوم شامل سه منطقه (تبریز، مراغه و بناب) و عامل سوم شامل سه گیاه (پیاز، گوجه‌فرنگی و یونجه) بود. ۳۶ تیمار در سه تکرار طی دو سال مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد بین آب‌های موردمطالعه ازنظر میزان عنصر اختلاف معنی‌داری وجود دارد. ولی بین اثر متقابل سال و آب‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج نشان داد که ازنظر غلظت عناصر در بین گیاهان موردمطالعه و از نظر اثر متقابل سال در گیاه در اکثر صفات موردمطالعه اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همچنین از نظر غلظت عناصر موردمطالعه در بین مناطق مورد مطالعه و همچنین اثر متقابل سال در منطقه در اکثر صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید. نتایج مقایسات میانگین به روش دانکن نشان داد که ازنظر تیمار آب‌ها، آب فاضلاب، ازنظر تیمار گیاه، گیاه پیاز و از نظر منطقه شهر بناب بیشترین غلظت عناصر سنگین را داشتند. نتایج همبستگی نشان داد که بین عملکرد و فلزات سنگین همبستگی منفی و معنی‌داری وجود داشت.

واژه‌های کلیدی: آب فاضلاب، فلزات سنگین، عملکرد

بایبوردی ا.، رضایی ح.، منیری فر ح.، حاجی حسنی ن. زرگری پور پ.، احمدی عدلی ر.، زمانی ص. ۱۳۹۸. بررسی تأثیر کاربرد پس آب فاضلاب شهری تبریز، بناب و مراغه بر خصوصیات خاک و کیفیت سه محصول پیاز، گوجه‌فرنگی و یونجه. تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۷ شماره۱. ص: ۷۰-۸۲.

۱- بخش تحقیقات خاک وآب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش وترویج کشاورزی تبریز. ایران (مکاتبه کننده)

۲ - بخش تحقیقات اصلاح اراضی،موسسه تحقیقات خاک وآب، سازمان تحقیقات ،آموزش وترویج کشاورزی،کرج،ایران

۳ - بخش تحقیقات زراعی وباغی ،مرکز تحقیقات وآموزش کشاورزی ومنابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات ،آموزش وترویج کشاورزی تبریز ایران

۴- بخش تحقیقات آبخیزداری ، مرکز تحقیقات وآموزش کشاورزی ومنابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات ،آموزش وترویج کشاورزی تبریز ایران

۵ - بخش تحقیقات فنی ومهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات وآموزش کشاورزی ومنابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات ،آموزش وترویج کشاورزی تبریز

۶- بخش تحقیقات خاک وآب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش وترویج کشاورزی تبریز ایران

پست الکترونیک: ahmad.bybordi@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بحران کمبود آب یکی از چالش‌هایی است که امروزه جهان با آن مواجه است. محدودیت منابع آب توجه محققین را به استفاده اصولی از آب‌های غیرمتعارف مانند آب‌های شور و پس آب‌های شهری و صنعتی به خود معطوف نموده است. به دلیل توسعه شهرها و افزایش مصرف آب، مقدار زیادی فاضلاب تولید می‌شود که پساب این فاضلاب‌ها می‌تواند به‌عنوان یک منبع با، ارزش در افزایش سطح پوشش گیاهی محسوب شود (Abedi-Koupai, 2003; Farhood, Amin, 2001; Fatta, Kythreotou, 2005; Feizi, Rastghalam, 2012; Hamdallah, 2000).

بررسی تأثیر پساب بر کمیت و کیفیت محصول ارزن علوفه‌ای در مشهد، با درصدهای مختلف آب معمولی و پساب شامل (۰و۱۰۰)، (۲۵و۷۵)، (۵۰و۵۰)، (۷۵و۲۵) و (۱۰۰و۰) گویای آن است که عملکرد علوفه‌تر و عملکرد علوفه خشک ارزن علوفه‌ای تحت تأثیر تیمار پساب افزایش معنی‌داری پیداکرده است. درصد و عملکرد پروتئین علوفه آبیاری شده با پساب (۷۵ درصد پساب و ۲۵ درصد آب معمولی) بیش از سایر تیمارها بود(Abolhasani Zarjo *et al*., 1393). تجزیه خاک سطحی (۰-۳۰) سانتی‌متری در مشهد نشان داده با کاربرد فاضلاب، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع، نیتروژن کل، فسفر قابل‌جذب، بر محلول و عناصر سنگین خاک افزایش داشته ولی مقادیر آن‌ها زیر مرز استاندارد بود (Angelakis, 1999; Asano, Levine, 1996; Casado-vela *et al*., 2007). چنگ و همکاران (Cheng *et al*., 1984) در بررسی خود استفاده از لجن فاضلاب را به‌عنوان یک ماده مناسب اصلاح‌کننده خاک معرفی کردند. نتایج مطالعه چندین ساله آن‌ها نشان می‌دهد که کاربرد لجن فاضلاب شهری، منجر به تغییر خواص فیزیکی خاک شد و ظرفیت نگهداری و رسانایی هیدرولیکی خاک افزایش یافت درحالی‌که وزن مخصوص ظاهری خاک کاهش نشان داد. آسانو و پتیگرو (Asano & Pettygrove, 1987) در کالیفرنیا اثرات پخش فاضلاب تصفیه‌شده را روی اراضی کشاورزی بررسی نمودند و نتیجه گرفتند که چه ازنظر کشاورزی و چه از نظر بهداشتی، پخش پساب هیچ‌گونه اثر سوئی بر آب‌های زیرزمینی، خاک و محصولات زراعی نداشت. پژوهشگران دیگر نیز تأثیر درازمدت کاربرد فاضلاب را به‌منظور تأمین برخی از عناصر غذایی گیاه (ازت و فسفر) موردمطالعه قراردادند و در مقادیر مصرف‌شده تا مدت هفت سال اثر نامطلوبی از تجمع فلزات سنگین مشاهده کردند (Mojiri, 2011; Munir *et al*., 2007; Rahimi, 1992; Rouhani shahraki, Mahdavi 2005. Shelef, 1990).

کلاپ و همکاران (Clap *et al*., 1978) اثر پساب شهری تصفیه‌شده را در چند ایالت آمریکا بر عملکرد ذرت و تعدادی گیاهان علوفه‌ای مطالعه نمودند و به این نتیجه رسیدند که تأثیر پساب با کاربرد کود شیمیایی به‌صورت نیترات آمونیم ازنظر تأمین نیاز گیاه کاملاً قابل‌رقابت بود. بورای و همکاران (Burau *et al*., 1987) در یک آزمایش ۵ ساله تأثیر آبیاری با پساب تصفیه‌شده را بر سبزی‌هایی که به‌صورت خام مصرف می‌شوند موردمطالعه قراردادند و تأثیر سوئی بر خاک و یا آب‌های زیرزمینی مشاهده نکردند. در تحقیقی استونس و همکاران (Stevens *et al*., 2003) جهت بررسی اثرات استفاده از لجن فاضلاب شهری تصفیه‌شده به‌صورت کود آلی ارزان‌قیمت، منبعی تجدید پذیر در طبیعت و یک پسماند شهری بر خصوصیات شیمیایی و عناصر غذایی ضروری خاک و خصوصیات فیزیولوژیکی نهال زیتون در مقایسه با کود شیمیایی و اثر توام آن‌ها گزارش نمودند که اثر لجن فاضلاب بر تعداد شاخه‌های جدید، طول گیاه، وزن خشک‌ریشه و تعداد برگ‌های جدید گیاه زیتون معنی‌دار بود همچنین لجن فاضلاب با افزایش ماده آلی خاک، موجب بهبود خصوصیات شیمیایی خاک شد و غلظت عناصر غذایی خاک را افزایش داد.در آزمایشی فیضی (Feizi, 2001) جهت بررسی تجمع عناصر سنگین در خاک و گونه گندم، ذرت، خیار و یونجه طی ۸ سال آبیاری با فاضلاب نشان داد غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های خاک و گیاه در مزارع آبیاری شده با فاضلاب کمی بیشتر از مقادیر آن‌ها در مزارع آبیاری شده با آب چاه بود اما محدودیتی از نظر میزان تجمع عناصر سنگین در آبیاری این گیاهان با فاضلاب وجود نداشت. همچنین خرقانی (Kharagnni, 1996) در بررسی تأثیر فاضلاب تصفیه‌شده خانگی بر عملکرد گیاهان خیار و هویج و ویژگی‌های خاک آزمایشی در شرایط زراعی اظهار کرد استفاده از پساب باعث افزایش عملکرد و هم‌چنین افزایش میزان تجمع مواد غذایی ماکرو و میکرو در اندام‌های هوایی خیار و

www.SID.ir

Archive of SID

هویج و هم‌چنین باعث افزایش میزان غلظت عناصر ماکرو و میکرو در خاک شد و هم‌چنین استفاده از فاضلاب باعث افزایش آلودگی‌های میکروبی در محصول شد. یارقلی (Yargoli, 2008) بررسی میزان جذب کادمیم از محیط ریشه و میزان تجمع آن در اندام محصولات زراعی گزارش کردند نتایج بیانگر قابلیت و توانایی متفاوت گونه‌های موردبررسی در جذب و تجمع کادمیوم در اندام‌های مختلف و توانایی بیشتر گونه‌های سبزی‌ها پهن‌برگ در جذب و تجمع کادمیوم در اندام مختلف به‌ویژه بخش‌های خوراکی هست.ابوالحسنی زرجوع و همکاران (Abolhasani Zarjo *et al*., 2014) در ارزیابی آثار آبیاری با فاضلاب تصفیه‌شده بر برخی خصوصیات خاک گزارش نمودند به‌کارگیری فاضلاب در آبیاری اثری بر نوع بافت خاک نداشت همچنین به‌کارگیری فاضلاب تصفیه‌شده برای آبیاری با حضور پوشش گیاهی در منطقه موردنظر، موجب کاهش میزان آهک خاک شده و درزمینهٔ این عامل شرایط خاک را بهبود بخشید همچنین موجب افزایش غلظت عناصر غذایی ازت، فسفر و پتاسیم در خاک شد ولی مواد آلی و شوری کمتر از منطقه شاهد بود. با توجه به کیفیت پایین‌تر آب‌های فاضلاب در مقایسه با آب آبیاری معمولی و برای به حداقل رساندن اثرات مخرب کوتاه و بلندمدت پساب بر محیط‌زیست و حاصل خیزی خاک، به کار بستن ضوابط مناسب و راهبردهای مدیریتی ویژه و متناسب با شرایط هر منطقه امری اجتناب‌ناپذیر است (Ayers, Westcot, 1985; Bahri, 1999; Bianm, 2010; Bouwer, 2000; Stevens *et al*., 2003; Yargoli, 2008). شواهد تاریخی نشان از استفاده از فاضلاب در آبیاری کشاورزی در ۵ هزار سال گذشته دارد. در سه شهرستان تبریز و بناب و عجب‌شیر حجم زه آب خروجی از پساب‌ها در حدود ۹۰۰۰۰ مترمکعب در روز بوده وبطور وسیعی در مزارع مورداستفاده قرار می‌گیرد (Cang *et al*., 1983; Casado- vela *et al*., 2007; Cheng *et al*, 1984). با توجه به مشکلات تأمین آب مخصوصا در منطقه خشک ونیمه خشک استان ضرورت استفاده بیش‌ازپیش از فاضلاب‌ها در سیستم کشاورزی مهم وحیاتی می‌باشد. با توجه به اینکه در دو سال گذشته حجم وسیعی از پساب فاضلاب در اراضی موردمطالعه بکار برده شده است وگزارشات متعددی از مراکز بهداشتی آن مناطق مبنی بر مسمومیت‌های ناشی از مصرف تازه خوری محصولات سبزی وصیفی نظیر پیاز وگوجه فرنگی شده است و این مسئله نگرانی زیادی را در استان ایجاد نموده است ضرورت اجرای طرح مذکور ویژه مورد تأکید قرارگرفته است (Bianm, 2010).

مواد و روش‌ها

این تحقیق در اراضی آبی شهرستان‌های تبریز، بناب و مراغه در طی دو سال ۹۳ و ۹۴ به اجرا درآمد.

۱- جمع‌آوری استانداردهای کیفی پساب مورداستفاده در کشاورزی سازمان‌های مختلف از جمله WHO,FAO, EPA , Jordanian Standard, IRNDOE

۲- تعیین مزارع (علوفه‌ایی و تازه‌خوری) آبیاری شده با فاضلاب و مشخص کردن مختصات جغرافیایی آن‌ها

۳- نمونه‌برداری: هدف این پروژه بررسی میزان آلودگی محصولات پیاز، گوجه‌فرنگی و یونجه که با پساب آبیاری می‌شوند را شامل گردید. مزارع به‌صورت جفت‌جفت با خصوصیات خاکی و مدیریتی (به‌جز پساب) مشابه در نظر گرفته شدند. بدین منظور در سه منطقه و در هر منطقه ۳ شاهد و ۳ پساب خورده در نظر گرفته شد. نمونه‌های خاک وآب نیز از مزارع مزبور تهیه گردید.

۴- انجام آزمایشات: الف- برای تعیین کیفیت آب فاکتورهای نیترات (روش اولترا ویوله)، نیتریت (روش اسپکتروفتومتری)، فسفات(روش کالریمتری)، سختی کل(روش تیتراسیون کمپلکسومتری)، pH، BOD, COD با دستگاه آکوالیتیک اکسی دایرکت مدل ۶۰۰BD آکوالیتیک آلمان و فلزات سنگین Mn، Pb , Cu, Cd , Zn, Fe وجیوه با روش هضم در دواسید استفاده شد (Clesceri *et al*., 2005).

ب- از مزارعی تحت آبیاری باپساب و شاهد نمونه خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری و به‌طور مرکب انجام گرفت. تجزیه‌های روتین به همراه آنالیز عناصر سنگین با روش هضم دو اسید در معیت هیدروژن پراکسید انجام شد (Clesceri *et al*., 1998).

ج- در زمینه نمونه‌های گیاهی در محصولات علوفه‌ای قبل از گلدهی اقدام به نمونه‌برداری نموده در پیاز در مرحله‌ای که اندازه غده به میزان گردو شده نمونه برگ برداشته ودر انتهای مرحله رشدی از سوخ نمونه‌برداری گردید. در محصولات تازه خوری هنگامی که در سطح مزرعه حداکثر رشد را داریم اقدام به نمونه‌برداری از اندام هوایی نموده ضمن اندازه‌گیری عناصر اصلی میزان عناصر

www.SID.ir

Archive of SID

سنگین نیز توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری گردید. همچنین حجم آب ورودی پساب به مزارع با استفاده از کنتور حجمی یاداشت شد و در نهایت عملکرد در واحد سطح در مزارع اندازه‌گیری گردید.

۵. تجزیه‌وتحلیل: ابتدا برقراری مفروضات تجزیه واریانس برای کلیه صفات اندازه‌گیری شده مورد آزمون قرار گرفت و سپس تجزیه واریانس داده‌ها به روش طرح فاکتوریل در قالب بلوکهای کامل تصادفی صورت گرفت به این منظور از نرم‌افزارهای آماری MSTATC استفاده گردید. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.در این مرحله نتایج مراحل مختلف مطالعه با یکدیگر تلفیق گردید. لازم به ذکر است با توجه به این که استانداردهای کیفی جهت استفاده از فاضلاب خانگی برای کشت انواع گیاهان موجود می‌باشد. نتایج نمونه‌های آب با مقادیر استاندارد مقایسه شده و اثرات استفاده پساب در مزرعه بررسی شد. در نهایت میزان همبستگی بین کیفیت پساب ورودی و تاثیرات آن بر ساختار خاک وگیاهان رشد کرده بر روی آن موردبررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات موردبررسی تیمارهای آب

با توجه به نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس صفات در نمونه آب‌های مطالعه شده در آزمایش زیر مشاهده گردید که در اکثر صفات موردمطالعه اختلاف معنی‌داری وجود دارد که این نتایج قابل پیش‌بینی بود که میزان عناصر موجود در آب چاه کمتر از آب فاضلاب باشد.نتایج تجزیه واریانس در طی مطالعه دوساله نشان داد که بین صفات موردمطالعه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد که چنین انتظاری قابل پیش‌بینی بود چون کارهای آموزشی و کلاس‌های برگزارشده در طول دو سال برای عدم استفاده کشاورزان از آب فاضلاب تصفیه نشده نمی تواند نتایج تأثیرگذاری ایجاد نماید.تجزیه واریانس اثر متقابل سال و آب نشان داد که بین تیمارهای موردمطالعه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در میان صفات موردمطالعه کمترین ضریب تغییرات متعلق به میزان پتاسیم و عملکرد (به ترتیب ۸/۳۹ و ۸/۸۸) بود. میزان نیترات با بیشترین ضریب تغییرات (۲۷/۴۸) تحت تأثیر بیشتر محیط قرار داشت. ضریب تغییرات یک معیار استاندارد بوده و میزان تکرارپذیری ارزش صفات را نشان می‌دهد، کمی این معیار بیانگر تأثیر کم محیط بر روی صفات می‌باشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات موردبررسی در آب‌های مورد آزمایش

Table 1. Analysis of variance of the studied features in the experimented water

Change resources	df	N	P	K	Fe	Mn
Repeat	2	0.626 ns	0.001 ns	0.47 ns	31.082 ns	138.583 ns
Year	1	0.001 ns	0.001 ns	0.178 ns	10.083 ns	2.083 ns
Type of water	1	2.341 **	0.057 **	0.101 ns	396.750 ns	656.750 **
Year × type of water	1	0.001 ns	0.001 ns	0.001 ns	14.083 ns	2.083 ns
Error	6	0.182	0.006	0.036	99.306	250.806
CV (%)		11.12	14.58		19.19	17.99

ns، ** و * به ترتیب نشان‌دهنده غیر معنی‌دار بودن و معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

ns, * , ** respectively indicate non- significance and significance in the probability level of 1, 5%

ادامه جدول ۱

Continued

Change resources	df	Zn	Cd	Hg	As	Pb
Repeat	2	22.703 ns	00.005 ns	0.007 ns	0.000 ns	3.091 ns
Year	1	4.563 ns	0.000 ns	0.002 ns	0.001 ns	0.188 ns
Type of water	1	522.720 **	0.036 **	0.001 ns	0.002 ns	15.188 ns
Year × type of water	1	1.763 ns	0.001 ns	0.001 ns	0.002 ns	0.241 ns
Error	6	59.132	0.005	0.0001	0.000	0.131
CV (%)		16.76	24.58	19.39	22.12	16.96

ns، ** و * به ترتیب نشان‌دهنده غیر معنی‌دار بودن و معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

ns, * , ** respectively indicate non- significance and significance in the probability level of 1, 5%

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۱
Continued

Change resources	df	Nitrate	Cr	Yield	pH	BOD	COD
Repeat	2	8441.636 ns	0.979 ns	61.750 ns	0.181 ns	18.083 ns	96.583 ns
Year	1	6165.333 ns	0.060 ns	2.083 ns	0.750 ns	0.750 ns	36.750 ns
Type of water	1	78537.722 **	7.60**	44.083 ns	0.368 **	2054.083**	9918.750**
Year × type of water	1	7864.319 ns	0.82 ns	10.083 ns	0.141 ns	0.750 ns	30.83 ns
Error	6	11746.411	0.876	10.471	0.045	7.528	85.361
CV (%)		27.48	22.68	8.88	6.94	90.14	19.70

ns، ** و * به ترتیب نشان‌دهنده غیر معنی‌دار بودن و معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد
ns, * , ** respectively indicate non- significant and significant in the probability level of 1, 5%

مقایسه میانگین صفات موردمطالعه در نمونه‌های آب

با توجه به تجزیه واریانس داده‌ها و معنی‌دار بودن نمونه‌های آب برای اکثر صفات، مقایسه میانگین موردمطالعه ازنظر تمامی صفات با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۱٪ برای هر یک از صفات به‌طور جداگانه انجام گرفت که نتایج حاصل از آن‌ها در جداول در پایین آورده شده است. مقایسه میزان نیتروژن محلول در آب‌های موردمطالعه نشان داد که آب فاضلاب با میزان ۳/۸۳ میلی‌گرم در لیتر بالاترین میزان را داشت که با آب چاه موردمطالعه اختلاف معنی‌داری داشت.

مقایسه میزان فسفر محلول نیز نشان داد که میزان فسفر در آب فاضلاب بیشتر از آب چاه آبیاری شده است. مقایسه میزان منگنز هر دو آب موردمطالعه نشان داد که مانند دو تا صفت دیگر میزان منگنز در آب فاضلاب با میزان ۶۸/۳۳ میلی‌گرم در لیتر بیشتر از آب چاه موردمطالعه می‌باشد.مقایسه میانگین میزان روی در آب‌های مورد مطالعه نشان داد که آب فاضلاب با میزان ۰/۲۹ میلی‌گرم در لیتر با آب چاه با میزان ۰/۲۲ میلی‌گرم در لیتر اختلاف معنی دار نشان داد. میزان حد استاندارد طبق اعلام سازمان حفظ محیط‌زیست ۲ میلی‌گرم بر لیتر هست که از این نظر هر دو تیمار نسبت به میزان حد استاندارد از میزان کمتری برخوردار هستند.مقایسه میزان کادمیم نشان داد که میزان کادمیم در آب فاضلاب بیشتر از آب چاه می باشد ولی از میزان حد استاندارد بالا نمی‌باشد میزان حد استاندارد طبق اعلام استانداردهای کیفی سازمان حفظ محیط‌زیست، ۰/۰۱ میلی‌گرم بر لیتر هست.که هر دو تیمار بیشتر از این مقدار داشتند. با مقایسه میزان سرب در نمونه‌های موردمطالعه مشاهده گردید که میزان سرب در نمونه آب فاضلاب با میزان ۶/۷۸ میلی‌گرم در لیتر بیشتر از میزان آب چاه بود ولی با مقایسه حد استاندارد این‌چنین برآورد می‌شود کرد که میزان حد استاندارد برای آب فاضلاب ۵ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد که این نشان دهنده این هست که نمونه آب چاه‌های ما نیز با میزان ۴/۲۱ میلی‌گرم در لیتر دارای میزان سرب بالاتری هست. با توجه به مقایسه میزان نیترات موجود در آب فاضلاب و چاه مشاهده گردید که میزان نیترات در آب فاضلاب با ۱۰۹/۰۳ میلی‌گرم در لیتر اختلاف معنی‌داری با آب چاه با نیترات ۴۷/۲۳ میلی‌گرم در لیتر داشت. حد استاندارد اعلام شده برای نیترات در دنیا ۳۰ میلی‌گرم در لیتر هست اما در ایران برای نیترات حد استانداردی اعلام‌نشده است. از مقایسه میانگین صفت کروم مشاهده گردید که آب فاضلاب با میزان ۲/۱۲ میلی‌گرم بر لیتر از میزان کروم بالایی برخوردار است که با آب چاه با میزان ۰/۵۲۸ میلی‌گرم در لیتر اختلاف معنی‌دار دارد و حد استاندارد تعریف‌شده در ایران ۲ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد.از مقایسه میزان BOD محلول در آب برای تیمارهای موردبررسی مشاهده گردید که تیمار فاضلاب با ۱۸/۶۷ میلی‌گرم بر لیتر میزان BOD بیشتری نسبت به آب چاه با ۱۴/۱۷ میلی‌گرم بر لیتر(برای آب چاه مقدار بالایی است احتمالاً جایی یک ماده آلاینده به چاه وارد می‌شود) داشت. حد استاندارد BOD طبق اعلام سازمان حفظ محیط‌زیست ایران ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد.این نتایج با یافته های خیام باشی (Khayambashi, 1997) و خوش گفتار منش (Khoshgoftar manesh,1998) مطابقت نمود. از مقایسه میانگین COD دو تا تیمار مورد مطالعه این‌چنین مشاهده گردید که مثل بقیه صفات اندازه‌گیری شده و میزان استاندارد سازمان حفظ محیط‌زیست ایران برای این صفت

www.SID.ir

Archive of SID

۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد که در این آزمایش آب فاضلاب با ۴۲/۳۳ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین میزان را داشت که با آب چاه اختلاف معنی‌داری داشت ولی ازلحاظ مقایسه با میزان استاندارد محیط‌زیست در وضعیت مطلوبی قرار داشت. مقایسه میزانpH نشان داد که میزان pH در آب فاضلاب با میزان ۷/۴۱ بالاتر از آب چاه با ۷/۰۲ می باشد ولی از میزان حد استاندارد بالا نمی باشد میزان حد استاندارد طبق اعلام استانداردهای کیفی سازمان حفظ محیط زیست، ۶تا ۸/۵ یا ۸/۵ - ۶ هست.

جدول۲- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری‌شده در نمونه های آب

Table 2. Mean comparing of studied features in water samples

Type of water	N	P	Mn	Zn	Cd	Pb
			($mg\ l^{-1}$)			
Well water	3.05 b	0.130 b	44.83 b	0.22 b	0.16 b	4.21 b
Waste water	3.83 a	0.268 a	68.33 a	0.29 a	0.83 a	6.78 a

ادامه جدول ۲

Continued

Type of water	Nitrate	Cr	BOD	COD	pH
			($mg\ l^{-1}$)		
Well water	47.23 b	0.258 b	14.17 a	34.83 b	7.02 b
Waste water	109.03 a	2.12 a	18.67 a	42.33 a	7.41 a

تجزیه واریانس صفات موردبررسی در گیاهان مورد مطالعه

نتایج تجزیه واریانس در طی مطالعه دوساله همانند آزمایش آب نشان داد که بین اکثر صفات موردمطالعه به‌غیراز میزان فسفر، آهن و روی اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردد که چنین انتظاری باز قابل پیش‌بینی بود چون کارهای آموزشی و کلاس‌های برگزارشده در طول دو سال برای عدم استفاده کشاورزان از آب فاضلاب تصفیه نشده نمی‌تواند نتایج تأثیرگذاری ایجاد نماید. تجزیه واریانس اثر متقابل سال و نوع گیاهان نشان داد که بین اکثر صفات موردمطالعه به‌غیراز میزان پتاسیم، جیوه و عملکرد اختلاف معنی‌داری وجود نداشته است. در میان صفات موردمطالعه کمترین ضریب تغییرات متعلق به میزان پتاسیم و عملکرد(به ترتیب ۹/۱۶ و۶/۱۲) بود. میزان نیترات با بیشترین ضریب تغییرات (۲۸/۷۶) تحت تأثیر بیشتر محیط قرار داشت.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات موردبررسی در گیاهان موردمطالعه

Table 3. Analysis of variance of the studied features in the examined plants

Change resources	df	N	P	K	Fe	Mg	Zn
Repeat	2	0.534 ^{ns}	0.031 ^{ns}	0.067 ^{ns}	470.222 ^{ns}	312.500 ^{ns}	213.556 **
Year	1	0.889 ^{ns}	0.018 ^{ns}	0.014 ^{ns}	364.500 **	440.056 ^{ns}	200.00 **
Plant	2	0.684 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.017 ^{ns}	26.389 ^{ns}	18.00 ^{ns}	22.889 ^{ns}
Year × plant	2	0.621 ^{ns}	0.008 ^{ns}	0.291 **	1.167 ^{ns}	416.889 ^{ns}	4.667 ^{ns}
Error	10	0.295	0.002	0.047	72.356	142.367	8.756
CV (%)		18.12	12.58	9.16	19.19	22.03	10.16

ns، ** و * به ترتیب نشان‌دهنده غیر معنی‌دار بودن و معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

ns, * ** respectively indicate non- significant and significant in the probability level of 1, 5%

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۳

Continued

Change resources	df	Cd	Mn	Ar	Pb	N	Cr	Performance
Repeat	2	0.012 ns	0.0005 ns	0.000 ns	6.845 ns	99490.903 ns	0.077 ns	22.222 ns
Year	1	0.012 ns	0.0002 ns	0.002 ns	2.722 ns	16338.293 ns	0.218 ns	128.00 **
Plant	2	0.003 ns	0.0001 ns	0.003 ns	0.022**	20291.924 ns	1.024 ns	226.056 **
Year × plant	2	0.012 ns	0.001 **	0.003 ns	3.737 ns	4383.390 ns	1.002 ns	135.167**
Error	10	0.003 ns	0.0001s	0.001	1.041	11569.213	0.469	6.222
CV (%)		17.13	18.20	15.12	19.50	18.73	14.43	6.12

ns، ** و * به ترتیب نشان‌دهنده غیر معنی‌دار بودن و معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

ns, * , ** respectively indicate non- significant and significant in the probability level of 1, 5%

مقایسه میانگین صفات موردمطالعه در گیاهان

با توجه به تجزیه واریانس داده‌ها و معنی‌دار بودن گیاهان و سال و اثر متقابل آنها برای صفات موردمطالعه، که از F معنی‌داری برخوردار بودند با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۱٪ برای هر یک از صفات به‌طور جداگانه انجام گرفت که نتایج حاصل از آن‌ها در جداول در پایین آورده شده است.از مقایسه میانگین میزان فسفر در دو سال موردمطالعه این‌چنین مشاهده گردید که میزان فسفر در سال اول با ۰/۲۵ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین میزان را داشت که با سال دوم اختلاف معنی‌داری داشت. مقایسه میزان آهن نشان داد که میزان آهن در سال اول با میزان ۵۶/۷۸ میلی‌گرم بر لیتر بالاتر از سال اول با ۴۲/۷۸ می‌باشد. مقایسه میانگین میزان روی در سال‌های مورد مطالعه نشان داد که در سال اول با میزان ۳۲/۴۴ میلی‌گرم در لیتر با سال اول با میزان ۲۵/۷۸ میلی‌گرم در لیتر اختلاف معنی دار نشان داد

جدول۴- مقایسه میانگین صفات مورد اندازه گیری در گیاهان مورد مطالعه

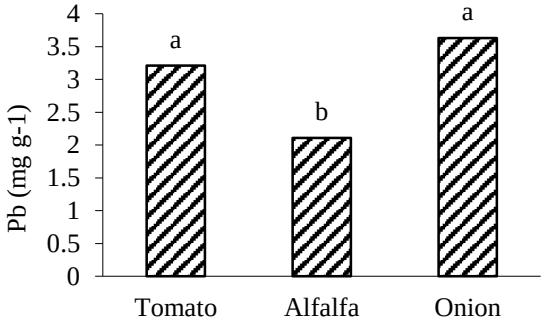
Table 4. Mean comparing of measured features in the studied plants

Year	Pb	Fe	Zn
		(mg kg^{-1})	
First year	0.25 a	56.87 a	32.44 a
Second year	0.14 b	42.78 b	25.78 b

با مقایسه میزان نیتروژن در گیاهان مورد مطالعه مشاهده گردید که میزان سرب در گیاه پیاز و گوجه‌فرنگی به ترتیب با میزان ۳/۶۳ و ۳/۲۱ میلی‌گرم در لیتر بیشتر از یونجه بود. و یونجه با ۲/۱۱ میلی‌گرم در لیتر کمترین میزان را به خود اختصاص داد و این به این معنی هست که میزان غلظت سرب در گیاه یونجه نسبت به دو گیاه موردمطالعه دیگر کمتر است. مقایسه میزان اثر متقابل سال بر نوع گیاه در میزان عنصر پتاسیم نشان داد که بالاترین میزان پتاسیم در گیاهان موردمطالعه در سال اول نسبت به سال دوم و همچنین در بین گیاهان درگیاه پیاز مشاهده گردید که با دو گیاه دیگر در سال اول اختلاف معنی‌داری نشان نداد. در سال دوم نیز گیاه پیاز با میزان ۲/۵۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین میزان پتاسیم را نسبت یونجه و گوجه‌فرنگی دارا بود. یونجه و گوجه‌فرنگی کمترین میزان را به خود اختصاص دادند و این به این معنی هست که میزان انباشتگی پتاسیم در گیاه یونجه و گوجه‌فرنگی نسبت به پیاز کمتر است. با مقایسه اثر متقابل سال بر نوع گیاه در میزان عنصر جیوه نشان داد که بالاترین میزان انباشتگی جیوه در گیاهان موردمطالعه در سال اول نسبت به سال دوم و همچنین در بین گیاهان در گیاه پیاز می باشد که با دو گیاه دیگر در سال اول اختلاف معنی‌داری نشان نداد. در سال دوم نیز گیاه پیاز با میزان ۰/۰۰۲ میلی‌گرم در لیتر بیشترین میزان جیوه را نسبت به یونجه و گوجه‌فرنگی به خود اختصاص داد. یونجه و گوجه‌فرنگی کمترین میزان را به خود اختصاص دادند و این به این معنی هست که میزان انباشتگی جیوه در گیاه یونجه و گوجه‌فرنگی نسبت به پیاز کمتر است. مقایسه میزان عملکرد محصول در گیاهان موردمطالعه نیز نشان داد که بالاترین میزان عملکرد با ۴۹ تن در سال اول نسبت به سال دوم و همچنین در بین گیاهان در گیاه یونجه به دست آمد که با دیگر گیاهان موردمطالعه اختلاف معنی‌دار داشت.

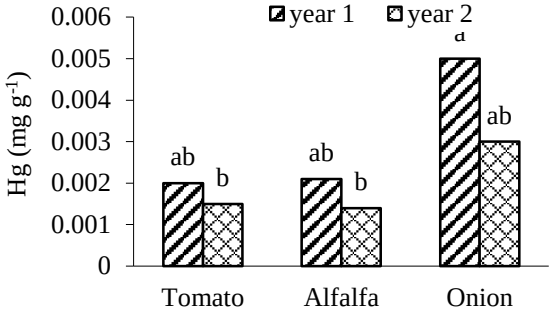
www.SID.ir

Archive of SID



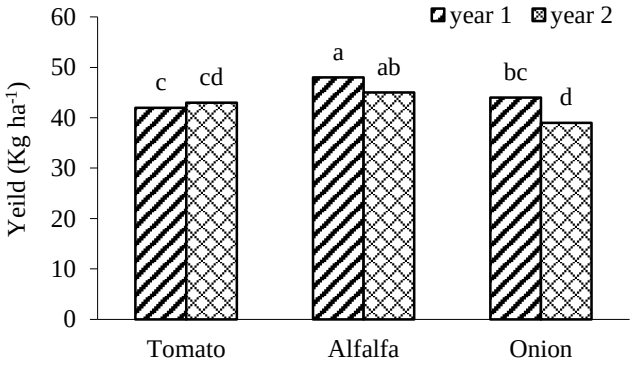
شکل ۱- میزان سرب در گیاهان مور مطالعه

Figure 1. Pb concentration in the studied plants



شکل ۲- میزان جیوه مورد مطالعه در گیاهان

Figure 2. Hg concentration in studied plants



شکل ۳- میزان عملکرد گیاهان موردمطالعه

Figure 3. Yield of the studied plants

تجزیه واریانس صفات موردبررسی گیاهان در مناطق موردبررسی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات در مناطق مطالعه شده طی دو سال در آزمایش زیر آورده شده است. مشاهده گردید که در همه صفات موردمطالعه به‌غیراز میزان پتاسیم اختلاف معنی‌داری در دو سال مطالعه وجود ندارد. چون در دو سال نباید انتظار تغییر معنی‌داری ازلحاظ عدم آبیاری با فاضلاب کاهش چشم‌گیری مشاهده نمود. نتایج تجزیه واریانس در طی مطالعه در سه منطقه تبریز، مراغه و بناب نشان داد که بین اکثر صفات موردمطالعه به‌غیراز میزان آهن و عملکرد اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. تجزیه واریانس اثر متقابل سال و منطقه نشان داد که بین اکثر صفات موردمطالعه اختلاف معنی‌داری وجود داشته است. در میان صفات موردمطالعه، کمترین ضریب تغییرات متعلق به میزان پتاسیم (۹/۱۶) بود. میزان آرسنیک با بیشترین ضریب تغییرات (۳۱/۴۹) تحت تأثیر بیشتر محیط قرار داشت.

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات گیاهان موردبررسی در مناطق موردمطالعه

Table 5. Analysis of variance for the plant features in the studied areas

Change resources	df	N	P	K	Fe	Mg
Repeat	2	1.076 ^{ns}	0.030 **	0.000 ^{ns}	346.722 *	227.556 ^{ns}
Year	1	0.534 **	0.004 ^{ns}	0.161 *	43.556 ^{ns}	50.00 ^{ns}
Area	2	0.494 **	0.004 ^{ns}	0.022 ^{ns}	268.056 *	17.056 ^{ns}
Year × area	2	0.351 ^{ns}	0.017 **	0.057 ^{ns}	931.056 **	433.500 *
Error	10	0.681	0.003	0.031	66.856	69.956
CV (%)		11.12	14.40	9.16	15.76	15.81

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۵
Continued

Change resources	df	Ca	Mn	Ar	Pb	Nitrate	Cr	Yield
Repeat	2	0.018 *	0.0005 ns	0.001 ns	8.405 **	5671.125 ns	0.439 ns	32.00 ns
Year	1	0.006 ns	0.0002 ns	0.002 ns	2.722 ns	6234.722 ns	0.420 ns	3.556 ns
Area	2	0.003 ns	0.0001 ns	0.003 ns	1.412 ns	5427.695 ns	0.189 ns	106.167 *
Year × area	2	0.019 *	0.001 **	0.003 ns	3.351 ns	5654.957 ns	0.346 ns	47.222 ns
Error	10	0.004	0.0001	0.0001	1.062	5785.302	0.299	24.667
CV (%)		11.14	21.91	18.49	15.34	15.16	13.14	12.96

ns، ** و * به ترتیب نشان‌دهنده غیر معنی‌دار بودن و معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد
ns, * , ** respectively indicate non- significant and significant in the probability level of 1, 5%

مقایسه میانگین صفات موردمطالعه در گیاهان مناطق موردمطالعه

مقایسه اثر متقابل سال در منطقه در میزان فسفر نشان داد که بالاترین میزان انباشتگی فسفر در مناطق موردمطالعه در سال اول و در منطقه بناب بود که با دو منطقه دیگر در سال اول اختلاف معنی‌داری نشان داد. در سال دوم نیز منطقه مراغه با میزان ۰/۱۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بیشترین میزان فسفر را به خود اختصاص داد که با منطقه بناب اختلاف معنی‌داری نداشت.

مقایسه میزان اثر متقابل سال بر منطقه در میزان عنصر آهن نشان داد که بیشترین میزان آهن در منطقه موردمطالعه همانند عنصر فسفر در سال اول و منطقه بناب مشاهده گردید که با دو منطقه دیگر در سال اول اختلاف معنی‌داری نشان نداد. در سال دوم نیز با توجه به کلاس‌های آموزشی و توجیهی کشاورزان و بهره‌برداران که انتظار کاهش عناصر را داشتیم مشاهده کردیم که در سال دوم و منطقه بناب مقدار کاهش عناصر را شاهد بودیم و در بقیه مناطق نیز این قضیه صادق بود. با مقایسه میزان منگنز در مناطق طی دو سال مطالعه مشاهده گردید که میزان منگنز در منطقه بناب و سال اول بیشترین مقدار منگنز ثبت‌شده است که با منطقه تبریز در سال اول اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین مقدار منگنز در سال دوم و در منطقه مراغه مشاهده شد که با دیگر مناطق اختلاف معنی‌دار نشان نداد.

مقایسه اثر متقابل سال در منطقه در میزان روی نشان داد که بالاترین مقدار روی همانند دیگر عناصر در مناطق موردمطالعه در سال اول و منطقه بناب بود که با منطقه تبریز اختلاف معنی‌داری نداشت ولی در سال اول با مراغه اختلاف معنی‌داری داشتند. کمترین میران روی در سال دوم و منطقه مراغه با میزان ۱۹میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد که با منطقه تبریز اختلاف معنی‌داری نداشت.

مقایسه اثر متقابل سال در منطقه در مقدار کادمیم مشاهده گردید که بیشترین مقدار کادمیم در مناطق موردمطالعه در سال اول و منطقه بناب بود که با دو منطقه دیگر در سال اول اختلاف معنی‌داری نشان نداشت. در سال دوم نیز در منطقه تبریز با میزان ۰/۰۹ میلی‌گرم در لیتر کمترین میزان کادمیوم را به خود اختصاص داد که با منطقه مراغه اختلاف معنی‌داری نداشت. با مقایسه اثر متقابل سال بر منطقه در میزان عنصر جیوه نشان داد که بالاترین میزان انباشتگی جیوه در مناطق موردمطالعه در سال اول در هر سه منطقه مشاهده گردید که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. در سال دوم نیز منطقه بناب بیشترین میزان جیوه را به خود اختصاص داد که با دو منطقه دیگر اختلاف معنی‌داری داشت.

با توجه به مقایسه میزان عناصر موجود در آب فاضلاب مناطق موردمطالعه (جدول ۵-۴) مشاهده گردید که میزان اکثر عناصر موردمطالعه در آب فاضلاب بناب بالاتر از تبریز و تبریز نیز بالاتر از مراغه می باشد. طبق بررسی‌های به عمل‌آمده مشاهده شد که میزان کادمیم در بین شهرهای مورد مطالعه در هر سه شهر بالاتر از استانداردهای WHO، EPA و NAS بوده و از استاندارد ایران IRNDOE کمتر هستند و بین سه شهرستان نیز بناب بالاترین نرم را دارا بود. با مقایسه عنصر کروم با استانداردهای WHO، EPA، NAS وIRNDOE مشاهده شد که بین شهرها بناب بیشترین کروم را دارا بود که بالاتر از هر چهار استاندارد بود و شهرهای تبریز و مراغه با توجه به اینکه کمتر از بناب بودند ولی بالاتر از حد استاندارد هر چهار استاندارد بودند.ازنظر عنصر آهن مشاهده گردید که هر سه شهر بالاتر از میزان حد

www.SID.ir

Archive of SID

استانداردها واقع شدند و مثل عناصر دیگر شهر بناب بالاتر از همه واقع گردید. با مقایسه نیترات سه شهر موردمطالعه با استانداردهای مورد انتظار مشاهده گردید که شهرهای تبریز و مراغه از استانداردهای تعریف شده میزان نیترات کمتری دارند ولی شهرستان بناب میزان نیترات بالاتری نسبت به استانداردها داشت. ازنظر عنصر سرب نیز شهر مراغه میزان سرب کمتری نسبت به دو شهر دیگر داشت که پایین‌تر از استانداردهای تعریف‌شده بود و شهرهای تبریز و بناب دارای میزان سرب بالاتری نسبت به حد مجاز استانداردها بودند. درنهایت عناصر اکثر در آب فاضلاب شهرستان بناب بالاتر از حد استانداردهای تعریف‌شده مختلف می‌باشد ولی شهرستان مراغه از حد استاندارد کم می باشد.

جدول ۶- مقایسه نمونه‌های پساب شهرستان‌های موردمطالعه با استانداردهای جهانی

Table 6. Comparing the samples studied wastes with global standards

Parameter	Unit	allowed Limit amount (WHO)	allowed Limit amount (EPA)	allowed Limit amount (IRNDOE)	allowed Limit amount (NAS)	Bonab waste sample	Tabriz waste sample	Marageh waste sample
Ca	μgl^{-1}	0.01	0.01	0.05	0.01	0.04	0.03	0.02
Cr	μgl^{-1}	0.1	0.1	1.0	0.1	1.67	1.03	0.56
Fe	μgl^{-1}	5.0	5.0	3.0	5.0	8.5	5.5	5.0
Mg	μgl^{-1}	-	0.01	Insignificant	-	0.09	0.06	0.03
Mr	μgl^{-1}	0.2	0.2	1.0	0.2	18.33	12.2	7.4
Nitrate	μgl^{-1}	50	Tn=30	-	-	55	40	20
Phosphate	μgl^{-1}	-	10	-	-	15	12	8
Ld	μgl^{-1}	50	5.0	1.0	5.0	8.67	6.5	4.0
Ar	μgl^{-1}	0.1	0.1	0.1	0.1	0.23	0.14	0.09
Zn	μgl^{-1}	2.0	1.0	2.0	-	3.0	2.5	1.5
BOD_5	μgl^{-1}	-	30	100	-	100	70	55
COD	μgl^{-1}	-	120	200	-	50	30	24
pH	μgl^{-1}	6-8.5	6.5-8.4	6-8.5	-	8.6	7.2	7

همبستگی عناصر با عملکرد در آب‌های موردمطالعه

نتایج تجزیه همبستگی صفات نشان داد که بین عملکرد همبستگی منفی و معنی‌داری با میزان سرب و نیترات وجود دارد یعنی اینکه افزایش سرب و نیترات باعث کاهش عملکرد می شود و بالعکس. بین کادمیوم و روی نیز با عملکرد همبستگی منفی وجود داشت درست هست که همبستگی بین آن‌ها با عملکرد معنی ار نبود ولی نشان‌دهنده این بود که این عناصر نیز باعث کاهش عملکرد می شوند. نتایج نشان داد که بین کروم و سرب همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد یعنی افزایش کروم باعث افزایش سرب می شود.

جدول ۷- ضرایب همبستگی ساده میان صفات موردبررسی آب‌های موردمطالعه

Table 7. Simple correlation coefficient of the studied features in examined waters

	Pb	Zn	Cr	Ca	Nitrate
Zn	-0.081				
Cr	0.713^{**}	0.248			
Cd	0.293	0.293	0.362		
Nitrate	-0.208	0.526^{*}	-0.148	0.258	
Yield	-0.532^{**}	0.313	0.300	-0.091	-0.646**

*و **:به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

* , ** respectively significant in the level of probability of 5% , 1%

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج نشان دادند که بیشترین میزان عناصر در شهرستان بناب و آب فاضلاب در سال اول به دست آمد. نتایج مطالعه بین گیاهان نشان داد که گیاه پیاز از همه آلوده‌تر نسبت به مواد اندازه‌گیری شده بود و گوجه‌فرنگی و یونجه بعد آن قرار داشتند. با بررسی آزمایش در دو سال و آگاهی کشاورزان به عدم استفاده از آب‌های فاضلاب تصفیه نشده، مشاهده گردید میزان عناصر موجود در گیاه و خاک کم شد ولی چون انباشتگی که از سال‌های قبل در خاک وجود داشت باعث شد اختلاف معنی‌دار نباشد.نتایج موردمطالعه در مقایسه با میزان استانداردهای مختلف نشان داد که شهر بناب بین شهرها آلوده‌ترین شهر ازنظر پارامترهای جهانی و استاندارد ایران بود که میزان عناصر کادمیوم، کروم، جیوه، آهن، منگنز و نیترات در این شهر اکثر بیشتر از حد استانداردهای تعریف‌شده بود.

Reference

Abedi-Koupai J., Mostafazadeh-fard B., Afyuni M., and Bagheri M.R. 2003. Effect of treated wastewater on soi chemical and physical properties in an arid region. *Journal of Plant, Soil and Environmental*, 52(82): 335-34.

Abolhasani Zarjo A., Zehtabin G.R., Mashhadi N., Khosrawi H., and Soltani Gerde Faramerzi M. 2014. Evaluating the effects of irrigation with refined sewage on some textures of soil, *Recycle of Water*, 1: 17-24.

Angelakis A. N. 1999. The Status of wastewater reuse practices in the Mediterranean Basin: Need for guidelines. *Water Research*, 33(10): 2201-2217.

Asano T., and Levine A.D. 1996. Wastewater Reclamation, Recycling and Reuse: Past, Present, And Future. *Water Science and Technology*. 33(10-11):1-14.

Asano, T., and Pettygrove, G.S. 1987. Using reclaimed municipal wastewater for irrigation. *California Agriculture*, 41(3 - 4):25-31.

Ayers R.S., and Westcot D.W. 1985. Water Quality for Agriculture. *FAO Irrigation and Drainage Paper*, No. 29, FAO, Rome, Italy.

Bahri A. 1999. Agricultural reuse of wastewater and global water management, *Water Science and Technology*, 40(4-5): 339-346.

Bouwer H. 2000. Integrated water management: Emerging issues and challenges. *Agricultural Water Management*, 45: 217-228.

Burau R.B., Sheikh R., Cort R., Cooper and Rivie D. 1987. Reclained watter for irrigation of vegetable secoten raw. *California Agriculture*. 41(7):4-7

Cang A.C. Page A.L. and Marnec J.E. 1983. Soil conditioning effects of municipal sludge compost. *Journal of Environmental Engineering*. 109(3):13-20.

Casado-vela J., Selles S., Dias-Crespo C., Navarro-Pedreno J., Mataix-Beneyto J., and Grmez I. 2007. Effect of composted sewage sludge application to soil on sweet pepper crop (*capsicum annuum var. annuum*) grown under two explotation regimes. *Waste Management*. 27: 1509-1518.

Cheng A.C., Warknek J.E., and Page A.L.L., 1984. Accumulation of Heavy Metal in Sewage Sludge Treated Soils**.** *Journal of Environmental Quality*.13:87-90.

Clap C.E., Palazzo A.J., Learn W.E., Marten G.C., and Linden D.R. 1987. Uptake of nutrient by plants irrigated with municipal wastewater of fluent. Army Crops of Engineers, *CRREL*, Hanover, N.H. 1:395-404.

Clesceri L.S., Eaton A., and Greenberg A.E. 2005. Standard methods for the examination of water and Wastewater. 20thed. Washington: American Public Health Association.365p.

Clesceri H., Greenberge A., and Eaton A., 1998, Standard Methods for the Examination of water and wastewater. 20th edition, *APHA*, Washington DC.125p.

Farhood M.R. and Amin S. 2001. Groundwater Contamination by Heavy Metals in Agricultural Water Resources of Shiraz Area, International Workshop in Wastewater Reuse Management, *ICID-CIID*. Seoul, Korea, pp.95-103.

Fatta D., and Kythreotou N. 2005. Wastewater as Valuable Water Resource - Concerns, Constraints and Requirements Related to Reclamation, Recycling and Reuse, *IWA International Conference on Water Economics*, Statistics, and Finance, Greece.

www.SID.ir

Archive of SID

Feizi M., and Rastghalam Z. 2012. The effect of treated wastewater irrigation on accumulation of heavy metals in Agriculture, 26–27 April 2012. Isfahan, Iran. pp: 1-5. 17

Faizi, M, 2001. Effect of tread wastewater on accumulation of heavy in plants and soil. ICID International Workshop on Wastewater Reuse Management. ICID – ICID. Septambr 19-20, Seol, Korea. pp: 137-146.

Hamdallah H. 2000. Reuse of treated wastewater for agriculture. Aqua conference, Abu Dhabi, U.A.E. pp. 177-204.

Kharagnni K. 1996. The effect of home refined sewages on the quality sand performance of the plants of customer and carrot and the features of soil. M. A Thesis. University of Ferdowsi. Faculty of natural resources.

Khayambashi B. 1997. The effect of using sewglair as contamination in dung and accumulation of heavy elements in soil and the plant, M.A thesis in the tiled of studying soil, Faculty of Agriculture, Industrial faculty of Ferdowsi.265p.

Khoshgoftar manesh A. 1998. The effect of waste emulsion on growth and performance of rice and the riming effects on wheat, MA. Thesis., industrial university of Isfahan, Faculty of agriculture. p.245

Mojiri, M. 2011. Effects of municipal wastewater on accumulation of heavy metals in soil and wheat (*Triticumaestivum L*.) with two irrigation methods. *African Journal of Agricultural Research*, 6(6): 1413-1417.

Munir J., Rusan M., Hinnawi S., and Rousan L. 2007. Long-term effect of wastewater irrigation of forage crops on soil and plant quality parameters. *Soil Science Society of America Journal*.215: 143-152.

Rahimi G. 1992. *Studying the effect of compost dung on pollution and saline of soil and the rate of absorption of heavy elements by corn plant from the soils containing compost*, M A thesis. Faculty of agriculture, Industrial university of Isfahan.

Rouhani shahraki.F., and Mahdavi R. 2005. The effect of irrigation with slop on some of physical and chemical features of soil. *Journal of water and sewage*.no.53.

Shelef G. 1990. The Role of Wastewater Reuse in Water Resources Management in Israel. *Water Science & Technology*, 23: 2081-2089.

Stevens D.P., McLaughlin M. J., and Smart M.K. 2003. Effects of long-term irrigation with reclaimed water on soils of the Northern Adelaide Plains, South Australia. *Australian Journal of Soil Research.* 41: 933-948.

Yargoli. B. 2008. *Examining the rate of Cadmium adsorption from root environment and its rate in the organs of agricultural products*. Ph.D. Dissertation. Group of environment of Tehran University.

www.SID.ir

Archive of SID

The Effect of the Urban Waste Water of Tabriz, Bonan and Maragheh on Soil Properties and the Quality of Onions, Tomatoes and Alfalfa

Ahmad Bybordi[1], Hamed Rezayi[2], Hassan Monirifar[3], Nasrin Haji Hasani[4], Parisa Zargaripour[5], Rasoul Ahmadi Adli[6], Seghali Zamani[7]

(Accept: December 2017 Received: February 2017)

Abstract

In order to determine the concentration of heavy metals and other elements in water and various plants, some experiments were conducted during 2014-2015 at the fields of East-Azerbaijan. Experimental design was originally factorial based on randomized complete block design. The factors including, two types of water (pit water and sewage water), three studied areas (Tabriz, Maragheh, and Bonab) and three types of plants (onions, tomatoes and alfalfa). Thirty six treatments were studied over two years in three replications. According to our results, significant differences were observed among studied two types of waters based on different element concentrations. Whereas, the statistical interaction of the year and types of water was not remarkable. The results also showed that there were significant different between various elements concentrations in different studied plants and their statistical interaction with the year. Same results were found for different studied areas. Comparing of mean values with Duncan test indicated that sewage water, onion and Bonab showed the highest amount of heavy elements concentrations according to type of water, plant and area factors respectively. The correlation results showed that there was significant negative correlation between yield and heavy metals concentration.

Keywords: Heavy metals, Sewage water, Yield.

Bybordi A., Rezayi R., Monirifar H., Haji Hasani N., Zargaripour P., Ahmadi Adli R. and Zamani S. 2019. The effect of the urban waste water of Tabriz, bonan and maragheh on soil properties and the quality of onions, Tomatoes and Alfalfa. *Applied Soil Research*, 7(1): 70-82.

1- Soil and Water Research Department, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education 5Center, AREEO, Tabriz, Iran.

2 - Department Soil and Water Research Institute, Soil Reclamation and Sustainable Land Management, AREEO, Karaj, Iran

3- Assoc. Prof., Horticulture and Crops Research Department, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran...

4- Department of Watershed research, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education 5Center, AREEO, Tabriz, Iran.

5 - Agricultural Engineering Research Department, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran.

6 &7- Soil and Water Research Department, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education 5 Center, AREEO, Tabriz, Iran.

*Corresponding Author Email: ahmad.bybordi@gmail.com.

www.SID.ir