

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^۶

(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 مورد مطالعه از نظر میزان عنصر اختلاف معنی‌داری وجود دارد. ولی بین اثر متقابل سال و آب‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج نشان داد که از نظر غلظت عناصر در بین گیاهان مورد مطالعه و از نظر اثر متقابل سال در گیاه در اکثر صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همچنین از نظر غلظت عناصر مورد مطالعه 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 از نظر تیمار آب‌ها، آب فاضلاب، از نظر 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 شماره ۱. ص: ۷۰-۸۲.

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

۲- بخش تحقیقات اصلاح اراضی، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۳- بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی تبریز ایران

۴- بخش تحقیقات آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی تبریز ایران

۵- بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی تبریز

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

پست الکترونیک: ahmad.bybordi@gmail.com

مقدمه

دیگر نیز تأثیر درازمدت کاربرد فاضلاب را به منظور تأمین برخی از عناصر غذایی گیاه (ازت و فسفر) مورد مطالعه قرار دادند و در مقادیر مصرف شده تا مدت هفت سال اثر نامطلوبی از تجمع فلزات سنگین مشاهده کردند (Mojiri, 2011; Munir *et al.*, 2007; Rahimi, 1992; Rouhani, 1990; Shahraki, Mahdavi 2005. Shelef, 1990). کلاپ و همکاران (Clap *et al.*, 1978) اثر پساب شهری تصفیه شده 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 به صورت نیترا آمونیم از نظر تأمین نیاز گیاه کاملاً قابل رقابت بود. بورای و همکاران (Burau *et al.*, 1987) در یک آزمایش ۵ ساله تأثیر آبیاری با پساب تصفیه شده را بر سبزی‌هایی که به صورت خام مصرف می‌شوند مورد مطالعه قرار دادند 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 تصفیه شده به صورت کود آلی ارزان قیمت، 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 (Kharagmi, 1996) در بررسی تأثیر فاضلاب تصفیه شده 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

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 به عنوان 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 (۱۰۰ و ۷۵)، (۷۵ و ۵۰)، (۵۰ و ۲۵) و (۲۵ و ۰) گویای آن است که عملکرد علوفه‌تر و عملکرد علوفه خشک ارزن علوفه‌ای تحت تأثیر تیمار پساب افزایش معنی‌داری پیدا کرده 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 قابل جذب، بر محلول و عناصر سنگین خاک افزایش داشته ولی مقادیر آن‌ها زیر مرز استاندارد بود (Angelakis, 1999; Asano, Levine, 1996; Cheng *et al.*, 2007). چنگ و همکاران (Casado-vela *et al.*, 2007) در بررسی خود استفاده از لجن فاضلاب را به عنوان 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 در حالی که وزن مخصوص ظاهری خاک کاهش نشان داد. آسانو و پتیگرو (Asano & Pettygrove, 1987) در کالیفرنیا اثرات پخش فاضلاب تصفیه شده را روی اراضی کشاورزی بررسی نمودند و نتیجه گرفتند که چه از نظر کشاورزی و چه از نظر بهداشتی، پخش پساب هیچ‌گونه اثر سوئی بر آب‌های زیرزمینی، خاک و محصولات زراعی نداشت. پژوهشگران

سبزی وصیفی نظیر پیاز و گوجه فرنگی شده است و این مسئله نگرانی زیادی را در استان ایجاد نموده است. ضرورت اجرای طرح مذکور ویژه مورد تأکید قرار گرفته 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 (علوفه‌ای 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 و آب نیز از مزارع مزبور تهیه گردید.

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

ب- از مزارعی تحت آبیاری با پساب 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 و در 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

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 کادمیم در اندام‌های مختلف و توانایی بیشتر گونه‌های سبزی‌ها پهن‌برگ در جذب و تجمع کادمیم 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 درزمینه 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 حاصل‌خیزی 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 و بطور 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 مخصوصاً در منطقه خشک و نیمه خشک استان ضرورت استفاده بیش‌ازپیش از فاضلاب‌ها در سیستم کشاورزی مهم و حیاتی می‌باشد. با توجه به اینکه در دو سال گذشته حجم وسیعی از پساب فاضلاب در اراضی مورد مطالعه بکار برده شده است و گزارشات متعددی از مراکز بهداشتی آن مناطق مبنی بر مسمومیت‌های ناشی از مصرف تازه خوری محصولات

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 مورد مطالعه 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 مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد که چنین انتظاری قابل پیش‌بینی بود چون کارهای آموزشی و کلاس‌های برگزار شده در طول دو سال برای عدم استفاده کشاورزان از آب فاضلاب تصفیه نشده نمی‌تواند نتایج تأثیرگذاری ایجاد نماید. تجزیه واریانس اثر متقابل سال و آب نشان داد که بین تیمارهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در میان صفات مورد مطالعه 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.

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

۵. تجزیه و تحلیل: 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 و گیاهان رشد کرده بر روی آن مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات مورد بررسی تیمارهای آب

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در آب‌های مورد آزمایش

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

Change resources	df	N	P	K	İFe	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%

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%

۶/۷۸ میلی گرم در لیتر بیشتر از میزان آب چاه بود ولی با مقایسه حد استاندارد این چنین برآورد می‌شود کرد که میزان حد استاندارد برای آب فاضلاب ۵ میلی گرم در لیتر می‌باشد که این نشان دهنده این هست که نمونه آب چاه‌های ما نیز با میزان ۴/۲۱ میلی گرم 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 میلی گرم در لیتر اختلاف معنی‌داری با آب چاه با نیترات ۴۷/۲۳ میلی گرم در لیتر داشت. حد استاندارد اعلام شده برای نیترات در دنیا ۳۰ میلی گرم در لیتر هست اما در ایران برای نیترات حد استاندارد اعلام نشده است. از مقایسه میانگین صفت کروم مشاهده گردید که آب فاضلاب با میزان ۲/۱۲ میلی گرم بر لیتر از میزان کروم بالایی برخوردار است که با آب چاه با میزان ۰/۵۲۸ میلی گرم در لیتر اختلاف معنی‌دار دارد و حد استاندارد تعریف شده در ایران ۲ میلی گرم بر لیتر می‌باشد. از مقایسه میزان BOD محلول در آب برای تیمارهای مورد بررسی مشاهده گردید که تیمار فاضلاب با ۱۸/۶۷ میلی گرم بر لیتر میزان BOD بیشتری نسبت به آب چاه با ۱۴/۱۷ میلی گرم 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 میلی گرم 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 این چنین مشاهده گردید که مثل بقیه صفات اندازه‌گیری شده و میزان استاندارد سازمان حفظ محیط‌زیست ایران برای این صفت

مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در نمونه‌های آب

با توجه به تجزیه واریانس داده‌ها و معنی‌دار بودن نمونه‌های آب برای اکثر صفات، مقایسه میانگین مورد مطالعه از نظر 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 نیترژن محلول در آب‌های مورد مطالعه نشان داد که آب فاضلاب با میزان ۳/۸۳ میلی گرم در لیتر بالاترین میزان را داشت که با آب چاه مورد مطالعه 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 مورد مطالعه نشان داد که مانند دو تا صفت دیگر میزان منگنز در آب فاضلاب با میزان ۶۸/۳۳ میلی گرم در لیتر بیشتر از آب چاه مورد مطالعه می‌باشد. مقایسه میانگین میزان روی در آب‌های مورد مطالعه نشان داد که آب فاضلاب با میزان ۰/۲۹ میلی گرم در لیتر با آب چاه با میزان ۰/۲۲ میلی گرم در لیتر اختلاف معنی‌دار نشان داد. میزان حد استاندارد طبق اعلام سازمان حفظ محیط‌زیست ۲ میلی گرم 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 می‌باشد ولی از میزان حد استاندارد بالا نمی‌باشد میزان حد استاندارد طبق اعلام استانداردهای کیفی سازمان حفظ محیط‌زیست، ۰/۰۱ میلی گرم بر لیتر هست. که هر دو تیمار بیشتر از این مقدار داشتند. با مقایسه میزان سرب در نمونه‌های مورد مطالعه مشاهده گردید که میزان سرب در نمونه آب فاضلاب با میزان

که میزان pH در آب فاضلاب با میزان ۷/۴۱ بالاتر از آب چاه با ۷/۰۲ می باشد ولی از میزان حد استاندارد بالاتر نمی باشد میزان حد استاندارد طبق اعلام استانداردهای کیفی سازمان حفظ محیط زیست، تا ۸/۵ یا ۸/۵ - ۶ هست.

۲۰۰ میلی گرم بر لیتر می باشد که در این آزمایش آب فاضلاب با ۴۲/۳۳ میلی گرم بر لیتر بیشترین میزان را داشت که با آب چاه اختلاف معنی داری داشت ولی از لحاظ مقایسه با میزان استاندارد محیط زیست در وضعیت مطلوبی قرار داشت. مقایسه میزان pH نشان داد

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده 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

تصفیه نشده نمی تواند نتایج تأثیرگذاری ایجاد نماید. تجزیه واریانس اثر متقابل سال و نوع گیاهان نشان داد که بین اکثر صفات مورد مطالعه به غیر از میزان پتاسیم، جیوه و عملکرد اختلاف معنی داری وجود نداشته است. در میان صفات مورد مطالعه کمترین ضریب تغییرات متعلق به میزان پتاسیم و عملکرد (به ترتیب ۹/۱۶ و ۶/۱۲) بود. میزان نیترات با بیشترین ضریب تغییرات (۲۸/۷۶) تحت تأثیر بیشتر محیط قرار داشت.

تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در گیاهان مورد مطالعه

نتایج تجزیه واریانس در طی مطالعه دوساله همانند آزمایش آب نشان داد که بین اکثر صفات مورد مطالعه به غیر از میزان فسفر، آهن و روی اختلاف معنی داری مشاهده نگردد که چنین انتظاری باز قابل پیش بینی بود چون کارهای آموزشی و کلاس های برگزار شده در طول دو سال برای عدم استفاده کشاورزان از آب فاضلاب

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در گیاهان مورد مطالعه

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 ^l	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 نشان دهنده غیر معنی دار بودن و معنی داری در سطح احتمال یک و پنج درصد ns, * ** respectively indicate non- significant and significant in the probability level of 1, 5%

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}	0.0001 ^s	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, *, ** respectively indicate non-significant and significant in the probability level of 1, 5% and 1%, respectively

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 معنی‌داری نشان داد

مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در گیاهان

با توجه به تجزیه واریانس داده‌ها و معنی‌داری بودن گیاهان و سال و اثر متقابل آنها برای صفات مورد مطالعه، 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. مقایسه میانگین میزان فسفر در دو سال مورد مطالعه این‌چنین مشاهده گردید که میزان

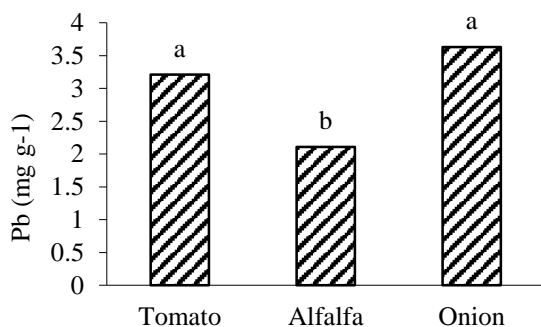
جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد اندازه‌گیری در گیاهان مورد مطالعه

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

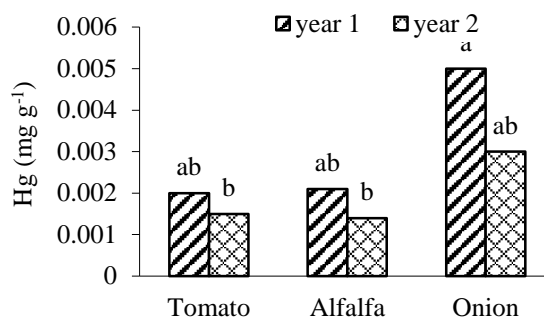
Year	Pb	Fe	Zn
(mg kg ⁻¹)			
First year	0.25 a	56.87 a	32.44 a
Second year	0.14 b	42.78 b	25.78 b

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 مورد مطالعه در سال اول نسبت به سال دوم و همچنین در بین گیاهان در گیاه پیاز می‌باشد 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 مورد مطالعه 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 مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری داشت.

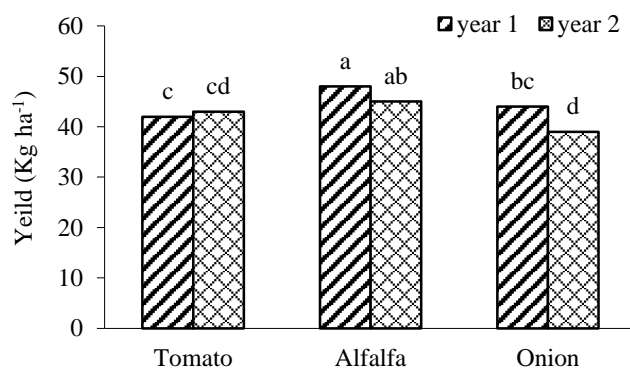
با مقایسه میزان نیتروژن در گیاهان مورد مطالعه مشاهده گردید که میزان سرب در گیاه پیاز و گوجه‌فرنگی به ترتیب با میزان ۳/۶۳ و ۳/۲۱ میلی‌گرم در لیتر بیشتر از یونجه بود. و یونجه با ۲/۱۱ میلی‌گرم در لیتر کمترین میزان را به خود اختصاص داد و این به این معنی هست که میزان غلظت سرب در گیاه یونجه نسبت به دو گیاه مورد مطالعه دیگر کمتر است. مقایسه میزان اثر متقابل سال بر نوع گیاه در میزان عنصر پتاسیم نشان داد که بالاترین میزان پتاسیم در گیاهان مورد مطالعه در سال اول نسبت به سال دوم و همچنین در بین گیاهان در گیاه 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 به 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



شکل ۱- میزان سرب در گیاهان مورد 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 مورد مطالعه
Figure 3. Yield of the studied plants

تبریز، مراغه و بناب نشان داد که بین اکثر صفات مورد مطالعه به غیر از میزان آهن و عملکرد اختلاف معنی داری مشاهده نگردید. تجزیه واریانس اثر متقابل سال و منطقه نشان داد که بین اکثر صفات مورد مطالعه اختلاف معنی داری وجود داشته است. در میان صفات مورد مطالعه، کمترین ضریب تغییرات متعلق به میزان پتاسیم (۹/۱۶) بود. میزان آرسنیک با بیشترین ضریب تغییرات (۳۱/۴۹) تحت تأثیر بیشتر محیط قرار داشت.

تجزیه واریانس صفات مورد بررسی گیاهان در مناطق مورد بررسی 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 مورد مطالعه به غیر از میزان پتاسیم اختلاف معنی داری در دو سال مطالعه وجود ندارد. چون در دو سال نباید انتظار تغییر معنی داری از لحاظ عدم آبیاری با فاضلاب کاهش چشم گیری مشاهده نمود. نتایج تجزیه واریانس در طی مطالعه در سه منطقه

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات گیاهان مورد بررسی در مناطق مورد مطالعه

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

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 ¹	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%

دوم و منطقه مراغه با میزان ۱۹ میلی‌گرم 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 مورد مطالعه 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 کادمیم 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 مورد مطالعه 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 مورد مطالعه (جدول ۵-۴) مشاهده گردید که میزان اکثر عناصر مورد مطالعه در آب فاضلاب بناب بالاتر از تبریز و تبریز نیز بالاتر از مراغه می‌باشد. طبق بررسی‌های به عمل آمده 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 و IRNDOE 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. از نظر عنصر آهن مشاهده گردید که هر سه شهر بالاتر از میزان حد

مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در گیاهان مناطق مورد مطالعه

مقایسه اثر متقابل سال در منطقه در میزان فسفر نشان داد که بالاترین میزان انباشتگی فسفر در مناطق مورد مطالعه 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 مورد مطالعه 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 ثبت شده 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 مورد مطالعه در سال اول و منطقه بناب بود که با منطقه تبریز اختلاف معنی‌داری نداشت ولی در سال اول با مراغه اختلاف معنی‌داری داشتند. کمترین میزان روی در سال

شهر دیگر داشت که پایین تر از استانداردهای تعریف شده بود و شهرهای تبریز و بناب دارای میزان سرب بالاتری نسبت به حد مجاز استانداردها بودند. در نهایت عناصر اکثر در آب فاضلاب شهرستان بناب بالاتر از حد استانداردهای تعریف شده مختلف می باشد ولی شهرستان مراغه از حد استاندارد کم می باشد.

استانداردها واقع شدند و مثل عناصر دیگر شهر بناب بالاتر از همه واقع گردید. با مقایسه نیترات سه شهر مورد مطالعه 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. از نظر عنصر سرب نیز شهر مراغه میزان سرب کمتری نسبت به دو

جدول ۶- مقایسه نمونه های پساب شهرستان های مورد مطالعه 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

که همبستگی بین آن ها با عملکرد معنی ار نبود ولی نشان دهنده این بود که این عناصر نیز باعث کاهش عملکرد می شوند. نتایج نشان داد که بین کروم و سرب همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد یعنی افزایش کروم باعث افزایش سرب می شود.

همبستگی عناصر با عملکرد در آب های مورد مطالعه نتایج تجزیه همبستگی صفات نشان داد که بین عملکرد همبستگی منفی و معنی داری 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

جدول ۷- ضرایب همبستگی ساده میان صفات مورد بررسی آب های مورد مطالعه

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 معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

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

نتیجه‌گیری کلی

و خاک کم شد ولی چون انباشتگی که از سال‌های قبل در خاک وجود داشت باعث شد اختلاف معنی‌دار نباشد. نتایج مورد مطالعه در مقایسه با میزان استانداردهای مختلف نشان داد که شهر بناب بین شهرها آلوده‌ترین شهر از نظر پارامترهای جهانی و استاندارد ایران بود که میزان عناصر کادمیوم، کروم، جیوه، آهن، منگنز و نیترات در این شهر اکثر بیشتر از حد استانداردهای تعریف شده بود.

به‌طور کلی 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

Reference

- Abedi-Koupai J., Mostafazadeh-fard B., Afyuni M., and Bagheri M.R. 2003. Effect of treated wastewater on soil 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. Reclaimed 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. 20th ed. 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.

- 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.
- Kharaganni 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 sewage 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.

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

Ahmad Bybordi¹, Hamed Rezayi², Hassan Monirifar³, Nasrin Haji Hasani⁴, Parisa Zargaripour⁵, Rasoul Ahmadi Adli⁶, Seghali Zamani⁷

(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.